NOUVEAU GRAND PARIS

GRAND PARIS EXPRESS LE RÉSEAU DE TRANSPORT PUBLIC DU GRAND PARIS

Société du Grand Paris

SEPTEMBRE 2016

LIGNE 16 : SAINT-DENIS PLEYEL <> NOISY-CHAMPS (LIGNE ROUGE)
LIGNE 17 : SAINT-DENIS PLEYEL <> LE BOURGET RER (LIGNE ROUGE)
LIGNE 14 : MAIRIE DE SAINT-OUEN <> SAINT-DENIS PLEYEL (LIGNE BLEUE)

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION UNIQUE - IOTA

CODE DE L'ENVIRONNEMENT, CODE FORESTIER

VOLET E.3

Etude d'impact

Analyse des impacts et présentation des mesures associées

Sommaire

V. ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES PROPOSÉES POUR LES LIGNES 16, 17 SUD (ROUGE) ET 14 NORD (BLEUE) 1

1. DÉMARCHE GÉNÉRALE D'ÉVALUATION DES IMPACTS 3

1.1. Rappel des notions d'impacts négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires et permanents, à court, moyen et long termes 5

1.2. Les mesures et la démarche «Eviter, Réduire, Compenser» (ERC)..... 6

1.2.1. Eviter 6
1.2.2. Réduire..... 6
1.2.3. Compenser..... 6

2. CLIMAT 7

2.1. Impacts et mesures en phase chantier concernant le climat 9

2.1.1. Impacts 9
2.1.2. Mesures 9

2.2. Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant le climat..... 9

2.2.1. Impacts 9
2.2.2. Mesures 9

2.3. Risques liés à la foudre..... 9

2.3.1. Ouvrages potentiellement foudroyables 9
2.3.2. Conséquences d'un foudroiement 9
2.3.3. Mesures de protection contre la foudre 10

2.4. Synthèse des impacts et des mesures concernant le climat.....10

3. RELIEF ET TOPOGRAPHIE 11

3.1. Impacts et mesures en phase chantier concernant le relief et la topographie 13

3.1.1. Prise en compte des pentes 13
3.1.2. Variation du relief engendrée par le stockage de déblais sur les bases chantiers 13
3.1.3. Variation du relief engendrée par le stockage de déblais hors bases chantier.....14
3.1.4. Mesures 14

3.2. Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant le relief et les volumes de terres excavées 14

3.2.1. Impacts 14
3.2.2. Mesures 14

3.4. Synthèse des impacts et mesures correctives concernant le relief et la topographie.....15

4. EAUX SUPERFICIELLES ET RISQUES ASSOCIÉS 17

4.1. Préambule 19

4.2. Impacts sur les cours d'eau et mesures associées 19

4.2.1. Impacts des passages en souterrain sous les cours d'eau et mesures associées.....19
4.2.2. Impacts du franchissement aérien du canal de l'Ourcq et mesures associées.....22

4.3. Impacts sur le risque inondation 24

4.3.1. Principes et stratégie retenus de prise en compte du risque inondation dans le projet en lit majeur 24
4.3.2. Mesures générales de limitation des impacts 33
4.3.3. Analyse détaillée des impacts et mesures associées par ouvrage.....34
4.3.4. Analyse détaillée de la compensation 55

4.4. Impacts des rejets pluviaux, d'eaux d'exhaure et d'eaux d'infiltration, et mesures associées.....61

4.4.1. Ouvrages concernés 62
4.4.2. Gestion quantitative des eaux pluviales, des eaux d'exhaure et des eaux d'infiltration et mesures associées.....62
4.4.3. Analyse détaillée de la gestion quantitative des eaux pluviales des ouvrages en phase travaux et en phase exploitation 84
4.4.4. Analyse détaillée de la gestion des débits d'infiltration en phase exploitation..... 104
4.4.5. Gestion qualitative des eaux pluviales, des eaux d'exhaure et des eaux résiduelles et mesures associées 104
4.4.6. Analyse détaillée de la gestion qualitative des eaux d'exhaure et des eaux pluviales 111

4.5. Synthèse des impacts sur les eaux superficielles et mesures associées 114

4.5.1. Critères d'évaluation des impacts 114
4.5.2. Grille de hiérarchisation des impacts 114
4.5.3. Synthèse 115

5. GÉOLOGIE ET RISQUES ASSOCIÉS 119

5.1. Préambule 121

5.2. Stratégie générale de maîtrise des risques géologiques 121

5.2.1. Investigations géotechniques réalisées lors de la phase de conception et à venir au démarrage de la phase travaux..... 121
5.2.2. Les dispositions mises en place en phase travaux 122
5.2.3. Justification de la position du tunnel..... 122

5.2.4. Rappel du contexte géologique au droit du projet 122

5.3. Impacts liés à la présence de gypse dans le sous-sol et mesures associées 134
5.3.1. Description du phénomène 134
5.3.2. Stratégie générale de conception 134
5.3.3. Impacts potentiels du projet en phase travaux et mesures associées 134
5.3.4. Impacts du projet en phase exploitation et mesures associées 139
5.3.5. Synthèse des impacts et mesures concernant la présence de gypse dans le sous-sol 141

5.4. Impacts liés à la présence d'anciennes carrières souterraines 141
5.4.1. Description du phénomène 141
5.4.2. Stratégie générale de conception 141
5.4.3. Impacts du projet en phase travaux et mesures associées 142
5.4.4. Impacts du projet en phase exploitation et mesures associées 145
5.4.5. Synthèse des impacts et mesures concernant la présence de carrières et de cavités. 145

5.5. Impacts liés aux mouvements de terrain 146
5.5.1. Description du phénomène 146
5.5.2. Impacts du projet et mesures associées 146
5.5.3. Synthèse des impacts et mesures concernant les mouvements de terrain 146

5.6. Impacts liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles de surface 146
5.6.1. Description du phénomène 146
5.6.2. Stratégie générale de conception 146
5.6.3. Impacts du projet et mesures associées 147

5.7. Synthèse des impacts sur la géologie et mesures associées 149
5.7.1. Dissolution du gypse 150
5.7.2. Présence d'anciennes carrières 155
5.7.3. Retrait gonflement 156

6. EAUX SOUTERRAINES ET RISQUES ASSOCIÉS 163

6.1. Méthodologie d'analyse et d'évaluation des effets sur les eaux souterraines 165

6.2. Insertion du projet dans le sous-sol et maîtrise des risques hydrogéologiques par la conception 166
6.2.1. Insertion du projet dans le sous-sol 166
6.2.2. Rappel des principes constructifs pour la réalisation des ouvrages du Grand Paris Express 171
6.2.3. Caractéristiques des pompages dans les aquifères 173

6.3. Présentation de la modélisation hydrogéologique 176
6.3.1. Méthodologie 176
6.3.2. Conception, construction et calage des modèles 179

6.4. Impacts en phase travaux 187
6.4.1. Présentation de l'analyse des effets en phase travaux 187
6.4.2. Simulations de l'effet de rabattement en phase travaux 187
6.4.3. Risque de mise en communication de nappe pendant les travaux 217
6.4.4. Risque de dissolution du gypse 218
6.4.5. Effets des rabattements sur les tassements du sol 221
6.4.6. Modification des panaches de pollution du sol 223
6.4.7. Analyse des effets cumulés avec d'autres projets 225
6.4.8. Synthèse des effets en phase travaux et mesures d'évitement et de réduction des effets négatifs 230

6.5. Impacts en phase exploitation 232
6.5.1. Effet barrage en phase exploitation 232
6.5.2. Risque de dissolution du gypse en phase exploitation 236
6.5.3. Effet des eaux d'infiltration par les parois en phase exploitation 237
6.5.4. Analyse des effets cumulés en phase exploitation 237
6.5.5. Mesures d'évitement, de réduction d'impact et de compensation 237

6.6. Synthèse des effets et mesures concernant les eaux souterraines 238

7. OCCUPATION DU SOUS-SOL 243

7.1. Préambule 245

7.2. Impacts en phase chantier concernant l'occupation du sous-sol 252
7.2.1. Méthodologie de hiérarchisation des impacts 252
7.2.2. Typologie des impacts directs et indirects potentiels 252
7.2.3. Secteur Noisy - Champs / Chelles 257
7.2.4. Secteur Chelles / Clichy - Montfermeil 257
7.2.5. Secteur Sevran - Livry / Sevran-Beaudottes 258
7.2.6. Secteur Aulnay / Le Bourget RER 261
7.2.7. Secteur La Courneuve "Six Routes" / Saint-Denis Pleyel 264

7.3. Mesures en phase chantier 269
7.3.1. Mesure d'évitement : ajustement du profil en long de l'infrastructure 269
7.3.2. Mesures de réduction 269
7.3.3. Mesures de compensation des effets résiduels 272
7.3.4. Mesures de suivi dans le temps 272

7.4. Impacts et mesures en phase exploitation 272
7.4.1. Impacts sur l'occupation du sous-sol 272
7.4.2. Mesures 272

7.5. Synthèse des impacts et des mesures concernant l'occupation du sous-sol 273

8. GESTION DES TERRES ET MILIEUX POLLUÉS 281

8.1. Gestion des déblais 283
8.1.1. La planification et la définition des orientations de gestion des matériaux excavés engagées par la Société du Grand Paris 283

8.1.2. L'excavation des déblais 283

8.2. Impacts liés à la qualité des déblais excavés et mesures associées 286
8.2.1. État des connaissances de la qualité du sous-sol et des déblais associés 286
8.2.2. Impacts liés à la qualité des déblais 290
8.2.3. Mesures d'évitement et de réduction des impacts 291
8.2.4. Synthèse des impacts et mesures associés à la « qualité des déblais » 292

8.3. Impacts liés au transport des déblais et mesures associées 304
8.3.1. Impacts liés au transport des déblais 304
8.3.2. Mesures d'évitement et de réduction associées au transport des déblais 304
8.3.3. Mesures en phase chantier 305
8.3.4. Mesures de suivi associées au transport des déblais 305
8.3.5. Description des impacts et mesures associés à l'enjeu « transport des déblais » .. 305
8.3.6. Synthèse des impacts et mesures concernant le transport des déblais 310

9. MILIEUX NATURELS, FAUNE, FLORE ET CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES 311

9.1. Méthodologie de définition des impacts sur le milieu naturel et démarche ERC 313
9.1.1. Types d'impacts potentiels sur le milieu naturel 313
9.1.2. Évaluation des niveaux d'impact 313
9.1.3. Temporalité des impacts 314
9.1.4. Impacts des travaux préparatoires 314

9.2. Rappel des principaux enjeux liés aux milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques 316
9.2.1. À l'échelle du fuseau d'étude 316
9.2.2. À l'échelle des secteurs d'aménagement des ouvrages 316

9.3. Impacts du projet en phase chantier sur les milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques et mesures associées 317
9.3.1. Zonages protégés, inventoriés et faisant l'objet d'une gestion conservatoire 317
9.3.2. Habitats naturels et flore 320
9.3.3. Faune et fonctionnalités écologiques 329
9.3.4. Mesures génériques de management environnemental de chantier 334

9.4. Impacts du projet en phase exploitation sur les milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques et mesures associées 336
9.4.1. Zonages protégés et inventoriés 336
9.4.2. Habitats naturels et flore 336
9.4.3. Faune et fonctionnalités écologiques 336

9.5. Impacts résiduels vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques 338

9.6. Mesures de compensation aux impacts résiduels 340
9.6.1. Besoins en compensation 340
9.6.2. Acquisition et/ou rétrocession de terrain à un organisme gestionnaire 340
9.6.3. Convention de gestion 343

9.7. Mesures de suivi et d'accompagnement 343
9.7.1. Suivi de chantier 343
9.7.2. Suivi de chantier des plans d'eau du parc Georges Valbon et du parc du Sausset (ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ») 343
9.7.3. Suivi spécifique des sites à forts enjeux 344
9.7.4. Suivi des mesures compensatoires 344
9.7.5. Suivi de l'efficacité des mesures et de l'évolution de la biodiversité 344

9.8. Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – secteurs d'aménagement 345
9.8.1. Synthèse à l'échelle des cinq secteurs géographiques 346
9.8.2. Synthèse à l'échelle des secteurs d'aménagement des ouvrages – Sites faisant l'objet d'impacts / mesures spécifiques 351

10. SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES 385

10.1. Milieux naturels et services écosystémiques concernés par le projet 387
10.1.1. Milieux naturels concernés par le projet 387
10.1.2. Services écosystémiques concernés par le projet 387

10.2. Impact et mesures en phase chantier et exploitation concernant les services écosystémiques 390
10.2.1. Services de régulation 390
10.2.2. Services socioculturels, impacts et quantification 390
10.2.3. Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant les services écosystémiques 392

11. BOISEMENTS AU SENS DU CODE FORESTIER 395

11.1. Rappel des enjeux relatifs aux boisements 397
11.1.1. À l'échelle du fuseau d'étude 397
11.1.2. À l'échelle des secteurs d'aménagement des ouvrages 397

11.2. Impacts et mesures relatifs aux boisements à l'échelle du fuseau d'étude 399

11.3. Impacts et mesures relatifs aux boisements concernés par les secteurs d'aménagement 399
11.3.1. Évaluation des niveaux d'impact 399
11.3.2. Impacts sur le milieu physique et mesures associées 401
11.3.3. Impacts sur le milieu naturel et mesures associées 402
11.3.4. Impacts sur le contexte socio-économique et sylvicole 405
11.3.5. Impacts sur le tourisme et les loisirs 405

11.4. Mesures de compensation relatives aux boisements 406

11.5. Mesures d'accompagnement et de suivi 406

11.6. Synthèse des impacts et mesures relatifs aux boisements 406

12. ZONES HUMIDES 409

12.1. Secteurs d'aménagements concernés par la présence de zones humides..... 411

12.2. Impacts et mesures générales sur les zones humides..... 414
12.2.1. Méthodologie de hiérarchisation des impacts 414
12.2.2. Impacts génériques et mesures générales d'évitement et de réduction..... 414

12.3. Impacts et mesures spécifiques en phase chantier (site de l'ouvrage 0604P) 416

12.4. Impacts et mesures sur les zones humides en phase d'exploitation 416
12.4.1. Impact d'emprises définitives..... 416
12.4.2. Impact par dérangement et mesures associées..... 417

12.5. Synthèse des impacts résiduels 417

12.6. Mesures de compensation 419
12.6.1. Principes employés pour la compensation 419
12.6.2. Synthèse des besoins en compensation 419
12.6.3. Présentation de la compensation proposée..... 419
12.6.4. Accord de principe de la commune de Chelles..... 428

12.7. Mesures de suivi et d'accompagnement 429
12.7.1. Suivi écologique des sites de zones humides 429
12.7.2. Mesures d'accompagnement 429

12.8. Synthèse des impacts et mesures associées relative aux zones humides..... 430

13. AGRICULTURE ET PÉDOLOGIE 431

13.1. Impacts et mesures concernant le milieu agricole..... 433
13.1.1. Impacts et mesures en phase chantier 433
13.1.2. Impacts et mesures en phase exploitation 434

13.2. Impacts et mesures sur les sols - Pédologie..... 434

13.3. Synthèse des impacts et des mesures au niveau du projet..... 435

14. PAYSAGE, PATRIMOINE ARCHITECTURAL ET ARCHÉOLOGIE..... 437

14.1. Généralités sur les impacts et mesures concernant le paysage, patrimoine architectural et archéologie..... 439

14.2. Impacts et mesures concernant le patrimoine culturel protégé 439
14.2.1. Impacts et mesures sur les sites inscrits et classés 439
14.2.2. Impacts et mesures sur les monuments historiques..... 439
14.2.3. Synthèse des impacts et des mesures prévus pour les sites protégés et monuments historiques..... 445

14.3. Impacts et mesures concernant le grand paysage..... 447
14.3.1. Impacts généraux en phase chantier..... 447
14.3.2. Impacts au niveau des sites paysagers sensibles 448
14.3.3. Impacts au niveau du tunnel..... 448
14.3.4. Impact des gares et émergences 449
14.3.5. Gare de Chelles..... 451
14.3.6. Gare de Clichy-Montfermeil..... 452
14.3.7. Gare de Sevran-Beaudottes 453
14.3.8. Gare de Sevran-Livry..... 454
14.3.9. Gare d'Aulnay 455
14.3.10. Gare du Blanc-Mesnil 456
14.3.11. Gare Le Bourget RER 457
14.3.12. Gare La Courneuve « Six routes » 458
14.3.13. Gare de Saint-Denis Pleyel 459
14.3.14. Ouvrages annexes..... 460
14.3.15. Mesures d'accompagnement en faveur du paysage 480
14.3.16. Synthèse des impacts et des mesures au niveau du projet 481

14.4. Impacts et mesures concernant le patrimoine archéologique..... 487
14.4.1. Impacts et mesures en phase chantier 487
14.4.2. Impacts et mesures en phase exploitation 488
14.4.3. Synthèse sur les impacts et mesures concernant le patrimoine archéologique488

15. POPULATION, EMPLOI ET OCCUPATION DU SOL.....491

15.1. Généralités sur les impacts et mesures concernant la population, l'emploi et l'occupation du sol 493

15.2. Impacts et mesures en phase chantier..... 493
15.2.1. Impacts directs et indirects..... 493
15.2.2. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation..... 494

15.3. Impacts et mesures en phase exploitation 494
15.3.1. Impacts directs et indirects..... 496
15.3.2. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation..... 502

15.4. Synthèse des impacts et mesures relatives à la population, l'emploi et l'occupation du sol 503
15.4.1. Phase Chantier..... 504
15.4.2. Phase exploitation 504

16. RISQUES TECHNOLOGIQUES 507

16.1. Impacts et mesures en phase chantier..... 509
16.1.1. Impacts directs et indirects..... 509
16.1.2. Mesures..... 511

16.2. Impacts et mesures en phase exploitation concernant les risques technologiques..... 512

16.2.1. Impacts directes et indirectes 512
16.2.2. Mesures concernant la phase exploitation 512

16.3. Synthèse des impacts et mesures concernant les risques technologiques 513

17. MOBILITÉ 515

17.1. Impacts et mesures en phase chantier 517
17.1.1. Impacts directs 517
17.1.2. Impacts Indirects 521
17.1.3. Mesures 521

17.2. Impacts et mesures en phase exploitation 522
17.2.1. Evolution des déplacements en phase exploitation 522
17.2.2. Impacts et mesures à proximité des gares et des ouvrages annexes 532

17.3. Synthèse des impacts et des mesures au niveau du projet 545

18. ÉNERGIE ET ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE 549

18.1. Energie 551
18.1.1. Rappel des enjeux 551
18.1.2. Impacts et mesures en phase chantier 551
18.1.3. Impacts et mesures en phase d'exploitation 552

18.2. Émissions des gaz à effet de serre 555
18.2.1. Rappel des enjeux 555
18.2.2. Méthodologie 555
18.2.3. Impacts et mesures en phase chantier 556
18.2.4. Impacts et mesures en phase d'exploitation 559

18.3. Énergies renouvelables 564
18.3.1. Rappel des besoins en énergie 564
18.3.2. Faisabilité de l'utilisation des énergies renouvelables – analyse générale 564
18.3.3. Faisabilité de l'utilisation des énergies renouvelables – analyse détaillée 567

18.4. Synthèse des impacts et mesures correctives relative à la consommation énergétique et aux émissions de gaz à effet de serre 573

19. ENVIRONNEMENT SONORE 575

19.1. Rappel des sites sensibles identifiés dans l'état initial 577

19.2. Rappel des textes réglementaires applicables au projet 581
19.2.1. Réglementation liée à la phase chantier 581
19.2.2. Réglementation liée à la phase exploitation 585
19.2.3. Synthèse des réglementations applicables 586

19.3. Impacts et mesures du projet en phase chantier concernant l'environnement sonore 587
19.3.1. Type de nuisances acoustiques liées à la construction des ouvrages 587
19.3.2. Réalisation des gares et des puits 588
19.3.3. Méthodologie d'évaluation des impacts 593
19.3.4. Analyse des impacts acoustiques 593
19.3.5. Mesures de réduction des impacts sonores 593
19.3.6. Conclusion sur les impacts sonores en phase chantier 596

19.4. Impacts et mesures du projet en phase exploitation concernant l'environnement sonore 597
19.4.1. Description des émergences 597
19.4.2. Méthodologie d'évaluation des impacts 599
19.4.3. Analyse des impacts acoustiques 601
19.4.4. Effets cumulés 601
19.4.5. Mesures en phase exploitation 602
19.4.6. Conclusion sur les impacts sonores en phase d'exploitation 603

19.5. Synthèse des impacts acoustiques 604

19.6. Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant l'environnement sonore 606
19.6.1. Gares 607
19.6.2. Ouvrages annexes 608
19.6.3. Synthèse des mesures acoustiques 610

20. VIBRATIONS 611

20.1. Généralités et gestion du risque d'impact en terme de bruits et vibrations 613
20.1.1. Phénomène vibratoire et généralités concernant les impacts bruits et vibrations 613
20.1.2. Plan de management des bruits et vibrations 613

20.2. Contexte normatif en matière de bruits et vibrations et valeurs cibles du projet en phase exploitation 614
20.2.1. Normes et réglementation 614
20.2.2. Valeurs cibles d'exposition des personnes au bruit et vibrations en phase exploitation 614
20.2.3. Dommages aux structures 615
20.2.4. Perturbations des équipements sensibles 615

20.3. Analyse des impacts vibratoires du projet et mesures associées en phase chantier 615
20.3.1. Généralités sur les vibrations en chantier 615
20.3.2. Mesures de prévention des bruits et vibrations en phase chantier 615
20.3.3. Évaluation du risque vibratoire au passage du tunnelier 616
20.3.4. Retours d'expérience concernant le creusement au tunnelier 617
20.3.5. Mesures de prévention des risques de nuisances au passage du tunnelier 618

20.4. Modélisation et évaluation quantitative des impacts vibratoires du projet, Mesures d'accompagnement en phase exploitation 619
20.4.1. Introduction 619

20.4.2. Méthodologie de l'évaluation de l'impact vibratoire 619
20.4.3. Identification des zones sensibles et découpage du projet en tronçons homogènes 620
20.4.4. Modèle de tunnel dans un sol sous MEFISSTO et terme source 626
20.4.5. Modèle statistique de réponse vibratoire sol-bâtiment pour chaque famille de bâtiments 626
20.4.6. Résultats de calculs à l'intérieur des bâtiments 626
20.4.7. Conclusion 627
20.4.8. Mesures d'accompagnement en phase exploitation 627

20.5. Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant le risque de gêne tactile et auditive 629

21. ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES 631

21.1. Impacts et mesures en phase chantier concernant les ondes électromagnétiques 633
21.1.1. Impacts 633
21.1.2. Mesures 633

21.2. Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant les ondes électromagnétiques 634

21.3. Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement concernant les ondes électromagnétiques 637

22. SANTÉ ET SÉCURITÉ 639

22.1. Santé 641
22.1.1. Rappel des enjeux 641
22.1.2. Impacts en phase chantier 641
22.1.3. Impacts en phase exploitation 642
22.1.4. Mesures en phase chantier 647
22.1.5. Mesures en phase exploitation 648

22.2. Sécurité 649
22.2.1. Rappel des enjeux 649
22.2.2. Impacts en phase chantier 649
22.2.3. Impacts en phase exploitation 649
22.2.4. Mesures en phase chantier 650
22.2.5. Mesures en phase exploitation 650

22.3. Synthèse des impacts et mesures relatifs à la santé et à la sécurité 650

23. ADDITION ET INTERACTION DES EFFETS ENTRE EUX 651

24. SYNTHÈSE DES IMPACTS, DES MESURES ET DE LEURS COÛTS ASSOCIÉS 655

24.1. Préambule 657

24.2. Méthodologie de hiérarchisation des impacts 657
24.2.1. Eaux superficielles 657
24.2.2. Géologie et hydrogéologie 658
24.2.3. Occupation du sous-sol 659
24.2.4. Pollution des sols et des eaux souterraines 659
24.2.5. Milieu naturel 659
24.2.6. Agriculture et pédologie 661
24.2.7. Patrimoine et paysage 661
24.2.8. Population, emploi, occupation du sol, urbanisme réglementaire 662

24.3. Synthèse des impacts et mesures du projet 662

24.4. Présentation des principales modalités de suivi des mesures et de suivi de leurs effets 683

24.5. Coûts associés aux mesures d'évitement, de réduction et de compensation 684
24.5.1. Relief, topographie 684
24.5.2. Eaux superficielles et risques associés 684
24.5.3. Géologie et risques géologiques 684
24.5.4. Eaux souterraines et risques associés 684
24.5.5. Occupation du sous-sol 685
24.5.6. Gestion des terres et milieux pollués 685
24.5.7. Milieux naturels, faune, flore, continuités écologiques, boisements et zones humides 685
24.5.8. Agriculture et pédologie 686
24.5.9. Paysage, patrimoine architecturel et archéologie 686
24.5.10. Population, emploi et occupation du sol 686
24.5.11. Risques technologiques et pyrotechniques 686
24.5.12. Mobilité et sécurité 687
24.5.13. Air, énergie et gaz à effet de serre 687
24.5.14. Environnement sonore 687
24.5.15. Vibrations 687
24.5.16. Ondes électromagnétiques 687
24.5.17. Santé et sécurité 687

VI - ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000 689

1. PRÉAMBULE ET CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE 691

1.1. Rappels sur le réseau Natura 2000 693

1.2. Cadre réglementaire 693

1.3. Contexte de l'évaluation Natura 2000 695
1.3.1. Rappel du projet 695
1.3.2. Le réseau Natura 2000 en Ile-de-France 695

2. ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE 697

2.1. Identification des sites Natura 2000 aux abords du projet 699
2.1.1. Méthodologie 699
2.1.2. Choix des sites 699

2.2. Présentation de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » 702
2.2.1. Description et composition du site 702
2.2.2. Espèces ayant justifiée la désignation du site 704
2.2.3. Habitats utilisés par les espèces ayant justifiée la désignation 706
2.2.4. Synthèse des données des espèces concernées par l'évaluation et analyse de l'état de conservation du site 708

2.3. Synthèse et portée de l'évaluation des incidences 713

3. ÉVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET SUR LE SITE NATURA 2000 ET MISE EN ŒUVRE DE MESURES ADAPTÉES 715

3.1. Évaluation des incidences sur les habitats et espèces ayant justifié la désignation de la ZPS 717
3.1.1. Présentation du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord 717
3.1.2. Évaluation des incidences directes 717
3.1.3. Évaluation des incidences indirectes 720

3.2. Mesures d'évitement et mesures de réduction d'impact génériques mises en œuvre pour la réalisation du projet 739

3.3. Mesures de suivi de chantier des plans d'eau de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » 740

3.4. Incidences résiduelles du projet sur le site Natura 2000 évalué 741
3.4.1. Temporalité et dimensionnement de l'incidence potentielle des rabattements de nappe 741
3.4.2. Incidence non significative de l'effet barrage 741

3.5. Analyse des incidences cumulées avec d'autres projets 741
3.5.1. Rappel règlementaire 741
3.5.2. Prise en compte des autres projets pour l'analyse des incidences cumulées 741
3.5.3. Analyse des incidences cumulées 742
3.5.4. Mesures associées aux incidences cumulées 744

3.6. Conclusion des incidences du projet sur les sites Natura 2000 745

4. ANNEXES 747

4.1. Présentation détaillée des entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » 749
4.1.1. Promenade de la Dhuis et forêt Régionale de Bondy 749
4.1.2. Parc départemental Georges Valbon 754
4.1.3. Parc départemental du Sausset 759
4.1.4. Parc de la Poudrerie et Bois de la Tussion 763
4.1.5. Parc départemental de la Haute-Ile 768
4.1.6. Parc départemental de la Fosse-Maussoin 769
4.1.7. Bois de Bernouille 769
4.1.8. Forêt de Chelles 769
4.1.9. Coteaux de l'Aulnoye 769
4.1.10. Parc départemental de l'Ile-Saint-Denis 769
4.1.11. Parc départemental Jean Moulin les Guilands 770
4.1.12. Parc des Beaumonts à Montreuil 770

4.2. Fiches espèces de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis) 771

V. ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES PROPOSÉES POUR LES LIGNES 16, 17 SUD (ROUGE) ET 14 NORD (BLEUE)

1. Démarche générale d'évaluation des impacts

1.1. Rappel des notions d'impacts négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires et permanents, à court, moyen et long termes

Ce chapitre définit et analyse les impacts négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur l'environnement.

L'analyse des impacts porte sur toutes les thématiques de l'état initial du site et de l'environnement du chapitre IV ci-avant, et a été réalisée conformément aux dispositions de l'article R.122-5 du code de l'environnement.

Il présente, dans la continuité des impacts identifiés, les mesures prévues pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine.

Il fait enfin l'objet d'une synthèse de ces impacts et mesures, accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes et des modalités de suivi de ces mesures et de leurs impacts attendus.

La réalisation du projet peut donc entraîner une modification du système par rapport à l'état initial, qui pourra être négative ou positive, direct ou indirecte, temporaire ou permanente, à court, moyen ou long termes. Ces termes sont définis dans le tableau suivant :

Type d'impact	Définition
positif	Effet du projet qui se révélera bénéfique pour l'environnement et les populations
négatif	Effet du projet qui sera dommageable pour l'environnement et les populations
direct	Effet directement attribuable aux travaux et aux aménagements projetés ; ils sont le plus généralement présents dans l'emprise des travaux.
indirect	Effet généralement différé dans le temps, dans l'espace, qui résulte indirectement des travaux et aménagements projetés et leur entretien. Exemple : le développement de l'urbanisation autour des points d'arrêt, augmentation des fréquentations des activités proches de l'aménagement en projet (gares).
temporaire	Effet lié à la phase de réalisation des travaux ou à des opérations ponctuelles de maintenance/d'entretien lors de l'exploitation de l'infrastructure qui s'atténue progressivement jusqu'à disparaître.
permanent	Effet durable que le projet doit s'efforcer d'éliminer, de réduire ou, à défaut, de compenser.
à court terme	Effet dont le pic d'intensité apparait immédiatement ou quelques jours après la réalisation d'une opération
à moyen terme	Effet dont le pic d'intensité apparait plusieurs semaines à plusieurs mois après la réalisation d'une opération.
à long terme	Effet dont le pic d'intensité apparait plusieurs années après la réalisation d'une opération

Dans la pratique, compte-tenu des multiples combinaisons possibles entre ces différentes qualifications pour décrire un même impact, l'analyse des effets ne peut pas être présentée en la décomposant selon toutes ces typologies, sous peine d'aboutir à des répétitions fastidieuses, en perdant la vue d'ensemble sur les impacts du projet.

Conformément à une pratique commune en matière d'analyse des impacts, il a été adopté une présentation pour cette étude sous deux angles :

- Les impacts temporaires : il s'agit d'analyser les impacts temporaires, liés au déroulement des travaux de construction du projet, avant sa mise en service, hors effets d'emprise définitifs du projet ;
- Les impacts permanents : il s'agit d'analyser les impacts permanents, liés à l'emprise du projet et à son exploitation après sa mise en service.

À l'intérieur de ces deux catégories d'effets, il est précisé, chaque fois que possible, s'il s'agit d'effets directs ou indirects, ainsi que leur temporalité (cout, moyen, long terme).

> *Les termes « effet » et « impact » sont souvent utilisés indifféremment pour nommer les conséquences d'un projet sur l'environnement. Les textes réglementaires français régissant l'étude d'impact désignent ces conséquences sous le terme d'effets. L'étude d'impact valant également étude d'incidence au titre de la police de l'eau, le terme d' « effets » recouvre aussi les « incidences » du projet au titre de la réglementation sur l'eau.*
>
> *C'est donc ce vocable qui est utilisé dans ce chapitre.*
>
> *Ce terme désigne l'effet, pendant un temps donné et sur un espace défini, d'une activité humaine sur une composante de l'environnement pris dans le sens large du terme (c'est-à-dire englobant les aspects biophysiques et humains), en comparaison de la situation probable advenant sans réalisation des projets (Wathern, 1988).*

1.2. Les mesures et la démarche «Eviter, Réduire, Compenser» (ERC)

> *La doctrine nationale relative à la « séquence éviter, réduire, compenser les impacts sur l'environnement » concerne l'ensemble des thématiques de l'environnement, et notamment les milieux naturels. Cette doctrine est le fruit d'une réflexion collective, menée par le ministère de l'écologie, qui a pour vocation de rappeler les principes qui doivent guider, tant les porteurs de projets que l'administration, pour faire en sorte d'intégrer correctement la protection de l'eau et de la biodiversité dans les actions. La doctrine s'applique, de manière proportionnée aux enjeux dans le cadre des procédures administratives préalables à la réalisation du projet (étude d'impact et autorisation unique notamment).*
>
> *Elle impose de rechercher en premier lieu l'évitement des impacts négatifs du projet, avant de rechercher des mesures de réduction et, en cas d'impacts résiduels, de compensation de ces effets.*

La doctrine nationale relative à la « séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel » a été adoptée en mai 2012 par le comité de pilotage dédié à ce sujet.

Les questions environnementales doivent faire partie des données de conception des projets au même titre que les autres éléments techniques, financiers, etc. Cette conception doit tout d'abord s'attacher à éviter les effets sur l'environnement, y compris au niveau des choix fondamentaux liés au projet (nature du projet, localisation, voire opportunité). Cette phase est essentielle et préalable à toutes les autres actions consistant à minimiser les effets environnementaux des projets, c'est-à-dire à réduire au maximum ces effets et en dernier lieu, si besoin, à compenser les effets résiduels après évitement et réduction. C'est en ce sens et compte-tenu de cet ordre que l'on parle de séquence « Eviter, Réduire, Compenser ».

1.2.1. Eviter

Pour concevoir un projet de moindre impact environnemental, la doctrine indique que « *les procédures de décision publique doivent permettre de privilégier les solutions respectueuses de l'environnement, en apportant la preuve qu'une décision alternative plus favorable à l'environnement est impossible à coût raisonnable et de limiter la consommation des surfaces agricoles, forestières et naturelles. Dans cet esprit, on privilégie les espaces déjà artificialisés dans le choix d'implantation du projet, lorsque c'est possible. Il est souhaitable que le projet déposé soit celui présentant, au regard des enjeux en présence, le moindre impact sur l'environnement à coût raisonnable* ».

Les mesures de suppression ou d'évitement s'inscrivent dans la mise au point d'un projet avec la recherche du tracé ou des aménagements de moindre effet sur l'environnement. Ces mesures sont donc généralement mises en œuvre ou intégrées dans leur conception :

- soit en raison du choix d'un parti d'aménagement qui permet d'éviter un effet jugé intolérable pour l'environnement ;
- soit en raison de choix technologiques permettant de supprimer des effets à la source (utilisation d'engins ou de techniques de chantier particuliers…).

1.2.2. Réduire

Selon la doctrine nationale relative à la « séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel », « *… la réduction intervient dans un second temps, dès lors que les impacts négatifs sur l'environnement n'ont pu être pleinement évités. Ces impacts doivent alors être suffisamment réduits, notamment par la mobilisation de solutions techniques de moindre impact à un coût raisonnable, pour ne plus constituer que des impacts négatifs résiduels les plus faibles possibles* ».

Les mesures de réduction (on parle aussi de mesures correctives ou mesures d'atténuation) sont mises en œuvre quand un effet négatif ou dommageable ne peut être supprimé totalement lors de la conception. Elles visent à atténuer les effets négatifs d'un projet sur le lieu et au moment où ils se développent. Elles concernent par exemple (liste non exhaustive) :

- la conception technique du projet : intégration d'aménagements spécifiques ou mixtes (passage en souterrain par exemple, parois moulés, etc.) ;
- la phase chantier avec le calendrier de sa mise en œuvre et son déroulement ;
- l'exploitation et l'entretien des aménagements (mise au point de règles d'exploitation et de gestion spécifiques).

1.2.3. Compenser

La doctrine nationale relative à la « *séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel » précise enfin que « lorsque le projet n'a pas pu éviter les enjeux environnementaux majeurs et lorsque les effets n'ont pas été suffisamment réduits, c'est-à-dire qu'ils peuvent être qualifiés de significatifs, il est nécessaire de définir des mesures compensatoires* ».

« Les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux effets résiduels négatifs du projet (y compris les effets résultant d'un cumul avec d'autres projets) qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits … »

Elles peuvent ainsi se définir comme tous travaux, actions et mesures :

- ayant pour objet d'apporter une contrepartie aux conséquences dommageables qui n'ont pu être évitées ou suffisamment réduites ;
- justifiés par un impact direct ou indirect clairement identifié et évalué ;
- s'exerçant dans le même domaine, ou dans un domaine voisin, que celui touché par le projet ;
- intégrés au projet mais pouvant être localisés, s'il s'agit de travaux, hors de l'emprise finale du projet et de ses aménagements connexes.

2. Climat

Dans ce chapitre, seuls sont pris en compte les impacts induits par le projet sur les aspects météorologiques. Les impacts induits sur les changements climatiques et les gaz à effets de serre sont abordés dans des parties spécifiques de l'étude d'impact.

2.1. Impacts et mesures en phase chantier concernant le climat

2.1.1. Impacts

Les impacts se définissent par rapport aux grandeurs mesurées par les stations météorologiques :

- hauteur de précipitation en mm ;
- température en °C ;
- orientation et vitesse des vents.

Dans le cas présent, l'impact consisterait en une variation, à la hausse ou à la baisse de ces valeurs. Or, il est très difficile de relier un impact, quel qu'il soit, avec le projet sur ces grandeurs.

Le projet n'a pas d'incidence directe sur l'évolution des précipitations et des températures. En effet, il ne contribue pas de manière directe et perceptible à la production de vapeur d'eau atmosphérique et ne produit pas de chaleur ou de froid en quantité permettant de faire varier de façon perceptible les températures extérieures.

2.1.2. Mesures

Aucune mesure d'accompagnement n'est nécessaire.

2.2. Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant le climat

2.2.1. Impacts

Les impacts se définissent par rapport aux grandeurs mesurées par les stations météorologiques et rappelées ci-dessus. Dans le cas présent, l'impact potentiel consisterait en une variation, à la hausse ou à la baisse de ces valeurs. Or, il est très difficile de relier un impact, quel qu'il soit, avec le projet sur ces grandeurs. Les émergences de grande taille, en particulier certaines gares, sont susceptibles de modifier localement la circulation des vents sur une hauteur dépendant de celle de l'émergence. L'impact est localisé autour de l'émergence et dépend de la configuration du bâti autour de l'émergence :

- Si le bâti est dense, l'impact sera réduit en superficie par les bâtiments riverains ;
- Si le bâti n'est pas dense, l'impact sera d'autant plus étendu que la hauteur de l'émergence est grande.

Ces modifications sont très locales et donc non significatives à l'échelle du territoire sur lequel s'implante le projet.

2.2.2. Mesures

Aucune mesure d'accompagnement n'est nécessaire.

2.3. Risques liés à la foudre

Le risque de foudre, traduit par le niveau kéraunique est très faible, dans la zone couverte par le projet. Il n'est cependant pas nul.

2.3.1. Ouvrages potentiellement foudroyables

Le projet étant essentiellement souterrain, les risques de foudroiement sont limités aux émergences, c'est-à-dire aux gares et aux ouvrages annexes.

La probabilité de foudroiement des ouvrages annexes est quasiment nulle car l'émergence de ce type d'ouvrage est au ras du sol, et très souvent entourée de constructions.

En ce qui concerne les gares, la probabilité de foudroiement est également très faible car l'émergence de la gare est limitée ou très proche d'immeubles nettement plus hauts qu'elle.

En phase chantier, les risques sont plus importants car des engins à flèche de grande taille (grues, pelles mécaniques) et des installations de stockage sont présents sur chaque emprise de chantier.

2.3.2. Conséquences d'un foudroiement

La principale atteinte à la sécurité des biens et des personnes résulte des disfonctionnements du réseau électriques et de ses conséquences.

Les disfonctionnements du réseau électrique se traduisent d'abord par l'arrêt du réseau, donc l'arrêt de tous les appareils électriques qui y sont connectés. Selon la section du réseau concernée, cet arrêt est susceptible d'engendrer celui des rames de métro et/ou celui d'appareils de sécurité comme les ventilateurs.

Dans certaines circonstances, l'arrêt du réseau résulte de dégâts portant atteinte au réseau lui-même : fonte de câble, endommagement d'appareils de régulation. Dans certaines circonstances exceptionnelles, ces disfonctionnements peuvent engendrer des incendies par hausse très forte et localisée de température.

Dans la très grande majorité des cas, l'arrêt du réseau est la seule conséquence, un redémarrage étant possible moyennant une inspection. Les personnes ne peuvent être foudroyées dans les installations du Grand Paris Express. En effet, à partir du moment où elles entrent dans une gare, elles sont protégées de la foudre.

La sécurité des personnes peut être atteinte indirectement :

- Par l'incendie résultant d'une surtension issue d'un foudroiement ;
- Par des disfonctionnements électriques engendrant des courts circuits ou des arcs électriques atteignant les personnes.

En phase chantier, les conséquences concernent principalement le fonctionnement des engins de chantiers et les personnes qui assurent leur fonctionnement.

2.3.3. Mesures de protection contre la foudre

Les mesures de protection contre la foudre sont classiques et systématiquement mises en œuvre :

- Mise en œuvre de paratonnerre et/ou parafoudre sur les émergences : les gares sont concernées par ce type de mesure. Ces installations sont prévues pour recevoir la foudre et en canaliser les conséquences. Elles sont systématiquement intégrées au projet.
- Mise en œuvre de protections contre les surtensions dans le réseau électrique : ces protections, systématiquement mises en œuvre et de type disjoncteur, sont réparties sur le réseau de manière à isoler des compartiments de réseau des effets néfastes des surtensions.

En phase chantier, les engins présentant une flèche de grande hauteur comme les grues, sont équipés de dispositifs parafoudre.

2.4. Synthèse des impacts et des mesures concernant le climat

Le tableau ci-dessous présente la synthèse des impacts et mesures concernant le climat.

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Ensemble du projet	Enjeu climatique et kéraunique faible	Risque faible à nul de foudroiement des ouvrages Pas d'impact relatif au climat	Mise en œuvre de paratonnerre et/ou parafoudre sur les émergences, protections pour les surtensions dans le réseau électrique contre la foudre intégrées au projet	Nul	Sans objet

3. Relief et topographie

RELIEF ET TOPOGRAPHIE

3.1. Impacts et mesures en phase chantier concernant le relief et la topographie

3.1.1. Prise en compte des pentes

Les pentes maximales observées sur le profil en long du projet sont localisées :

- D'une part, entre les gares de Chelles et de Clichy-Montfermeil ;
- D'autre part, entre les gares de Clichy-Montfermeil et de Sevran-Livry.

Plus précisément, les sections du projet présentant les plus fortes pentes sont :

- Entre la gare Noisy-Champs et l'OA 0702P (Avenue des champs à Gournay-sur-Marne) : Pente de 3% ;
- Entre l'OA 0604P (Allée de la Noue Brossard à Chelles) et l'OA 0602P (Avenue des Perdrix à Montfermeil) : versant Sud de la Butte de l'Aulnoye : Pente de 6% ;
- Entre l'OA 0504P (Allée de Gagny à Clichy-sous-Bois) et la Gare de Sevran-Livry : versant Nord de la Butte de l'Aulnoye : Pente de 2%.

La pente du terrain naturel a donc eu une incidence sur le profil en long de l'ouvrage.

Création de bases chantiers :

La création de la base chantier peut nécessiter un terrassement local destiné à aplanir le terrain pour que la base chantier soit fonctionnelle. L'ampleur de cet impact est directement liée à l'organisation de la base chantier et reste cependant confinée à l'emprise de la base chantier, donc est négligeable à l'échelle du projet.

Le projet n'a pas d'incidence sur les pentes de l'aire d'étude.

3.1.2. Variation du relief engendrée par le stockage de déblais sur les bases chantiers

L'impact du chantier sur la topographie, et plus généralement sur le relief, est défini comme une variation du relief, donc une modification des courbes de niveau. Ce type d'impact est donc analysé à la surface du sol, et concerne les sections en aérien et les émergences : gares, ouvrages annexes et puits tunneliers.

L'impact direct pourra cependant être plus significatif localement en phase chantier : suivant les méthodes constructives retenues, certaines nécessitent l'évacuation de volume de déblais importants pour construire l'infrastructure et la remise en place par-dessus les ouvrages construits.

Globalement, l'impact du chantier sur la topographie restera faible, car la quasi-totalité des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est souterraine et sera construite au tunnelier. Il n'y a pas de tranchée ouverte pour le tracé

L'impact direct sera ainsi principalement ressenti au niveau des puits d'attaque tunnelier et des bases chantier d'où seront extraits et temporairement stockés les déblais.

Concernant la gestion des déblais des tunneliers, les installations de chantier (puits d'attaque tunnelier) sont situées au niveau de :

- **L'arrière Gare de Noisy-Champs** avec une zone de stockage de 1 700 m^2 ;
- **L'OA 0603P** (Chemin de la Peau grasse à Chelles) avec deux zones de stockages de 2 800 m^2 ;
- **Le terre-plein ex-RN2 à Aulnay-sous-Bois** avec une zone de stockage de 2 000 m^2 ;
- **Le site PSA d'Aulnay-sous-Bois** avec une plateforme de stockage tampon d'environ 1,3 ha ;
- **L'entonnement ouest** (3 zones de stockage déblai de 2 000 m^2 chacune et une surface de 11 330 m^2 est prévu sur l'emprise chantier pour l'évacuation ferroviaire) ;
- **Au droit de l'OA 3302P** (Stade Mandela à Saint-Denis) avec deux stockages de déblais 1 030 m^2 ;
- **Au droit de l'OA3303P** (chemin du Haut Saint-Denis à Aubervilliers) avec une zone de stockage de 1 500 m^2. Il est prévu l'évacuation des déchets par barges sur le canal Saint-Denis.

Pour ces 7 sites, les déblais seront évacués suivant un ou plusieurs modes de transports.

Les écarts entre la production et l'évacuation des déblais seront absorbés par des stocks tampons, qui permettent d'entreposer les terres excavées avant leur évacuation. Ces stocks tampons peuvent accueillir environ deux jours de production de déblais, à cadence maximale.

Ce stockage engendrera donc très localement des modifications du relief au niveau des zones de stockage.

Pour les émergences, la taille de ces dernières reste le principal critère d'analyse : une gare occupe une surface au sol de plusieurs milliers de mètres-carrés alors qu'un ouvrage annexe ne nécessite que quelques centaines de mètres-carrés. La technique constructive principalement concernée est la tranchée couverte pour les gares et les puits de ventilation.

L'impact lié au stockage des déblais sur les bases chantier sera faible localement et négligeable à l'échelle de l'ensemble du projet.

3.1.3. Variation du relief engendrée par le stockage de déblais hors bases chantier

La construction de l'infrastructure et de tous les ouvrages conduira à produire plus de **4,1 millions de m³** de déblais pour les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

La gestion des déblais est présentée au chapitre 5.8 : Gestion des terres et milieux pollués de la présente étude d'impact.

La gestion de ces déblais fait l'objet d'études particulières. Cependant, l'essentiel de ces derniers servira à combler des carrières en fin d'exploitation et à créer des remblais.

Le fait de combler des cavités (carrières) ou de stocker ces déblais en buttes modifiera significativement la topographie des zones concernées.

L'impact indirect du chantier sera donc localement fort sur les zones recevant les déblais de ces derniers.

3.1.4. Mesures

3.1.4.1. Mesures d'évitement

Profil en long compatible aux pentes

Dans sa conception, le projet est adapté aux pentes de la butte de l'Aulnoye. La mise en œuvre de l'infrastructure se fera donc sans modification préalable des pentes dans ce secteur.

La limitation de la profondeur de l'infrastructure a permis d'éviter la gestion de volumes de déblais supplémentaires à stocker, et ainsi une perception modifiée des reliefs où ces déblais seront temporairement stockés.

Ainsi, les ouvrages émergents (gares, OA) ont été insérés en limitant leur profondeur, ce qui réduit le volume de déblais associés.

3.1.4.2. Mesures de réduction

Mise en place de palissades masquant la perception du site

Un aménagement qualitatif des bases chantier et des aires de stockage sera recherché, afin de réduire la perception visuelle liée aux stocks.

Organisation de la gestion des déblais

La gestion des déblais fait l'objet d'études spécifiques précisant les lieux potentiels d'entreposage, les moyens de transport et l'organisation de la gestion des déblais.

Parmi ces études, une mission spécifique, sous maitrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris, a été mise en place pour étudier de façon anticipée la gestion des déblais produits par l'ensemble du Grand Paris Express.

Cette mission permet :

- La contractualisation avec les gestionnaires des sites d'accueils finaux des matériaux ;
- L'identification de grands projets de territoire susceptibles de valoriser les matériaux ;
- La définition des plateformes de transit : définition des objectifs/cahier des charges et réflexion sur le schéma, et la recherche de sites si nécessaire.

Ainsi avec cette anticipation, la Société du Grand Paris contribue à faciliter l'ouverture d'installations spécialisées de type Installations de Stockage de Déchets Inertes ou Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux.

3.1.4.3. Mesures de suivi dans le temps

La principale mesure de suivi consiste à vérifier la correspondance des actions de gestion des déblais avec les préconisations faites lors des études.

3.2. Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant le relief et les volumes de terres excavées

3.2.1. Impacts

Le projet n'a pas d'impact direct permanent sur la topographie. En effet, le projet dans son état d'exploitation ne prévoit pas de remblais ou de déblais permanents.

3.2.2. Mesures

Aucune mesure d'accompagnement n'est à prévoir en phase exploitation, en l'absence d'impact négatif.

3.4. Synthèse des impacts et mesures correctives concernant le relief et la topographie

Le tableau ci-dessous fait la synthèse des impacts et mesures du projet sur le relief et la topographie.

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Bases chantier	Enjeu faible pour le secteur Chelles / Clichy-Montfermeil Absence d'enjeu pour les autres secteurs	Modifications topographiques très locales et non significatives à l'échelle du territoire.	Gestion des déblais : stockage, leur évacuation et/ou leur valorisation. (cf chapitre EV-8)	Négligeable à nul	Sans objet
Hors bases chantier		Impact indirect localement fort, sur les zones recevant les déblais	<u>Evitement</u> Limitation de la profondeur de l'infrastructure, permettant de limiter le volume de déblais <u>Réduction</u> Aménagement qualitatif des bases chantier et des aires de stockage, afin de réduire la perception visuelle liée aux stocks. Études spécifiques en cours pour la gestion des déblais précisant les lieux potentiels d'entreposage, les moyens de transport et l'organisation de la gestion des déblais.	Négligeables à nul	Sans objet

4. Eaux superficielles et risques associés

4.1. Préambule

Ce chapitre présente l'analyse des impacts estimés, potentiels ou avérés, du projet sur les milieux aquatiques superficiels (cours d'eau, canaux, plan d'eau) et notamment sur leur fonctionnement, leur quantité et leur qualité.

En regard des impacts estimés, les mesures envisagées pour les éviter et les réduire sont présentées ; si après examen les impacts résiduels sont jugés trop importants, des mesures compensatoires sont proposées et dimensionnées.

L'analyse s'attache tout particulièrement :

- Aux impacts sur les cours d'eau et canaux du fuseau d'étude en distinguant :
  - les écoulements superficiels et les réseaux d'eaux divers ;
  - les passages en souterrain sous des cours d'eau ;
  - le franchissement aérien du canal de l'Ourcq ;
- Aux impacts sur les risques d'inondation, selon deux approches :
  - une 1ère partie qui présente la stratégie, les impacts et les mesures génériques ;
  - une 2ème partie qui procède à une analyse détaillée par ouvrage ;
- Aux impacts des rejets sur la qualité et le fonctionnement des milieux récepteurs :
  - qu'il s'agisse du rejet des eaux pluviales ayant ruisselé sur les emprises du chantier ou du projet à terme ;
  - ou des eaux d'exhaure issues du creusement des ouvrages souterrain du projet (tunnel, émergences, fondation des gares, …).

4.2. Impacts sur les cours d'eau et mesures associées

4.2.1. Impacts des passages en souterrain sous les cours d'eau et mesures associées

4.2.1.1. Impacts en phase travaux

Les impacts potentiels du creusement du tunnel et de la réalisation des ouvrages (gares ou ouvrages annexes) sur le réseau hydrographique sont de deux ordres :

- Impact direct par interaction entre le fond du lit mineur et le tunnel ;
- Impact direct par interaction entre le lit mineur et les gares et les ouvrages annexes.

Interaction entre le projet et le fond du lit mineur

Le choix du mode de circulation souterraine sur la totalité du linéaire du projet permet d'éviter toute interaction directe entre le projet et le réseau hydrographique.

Le tunnel passe cependant sous les cours d'eau suivants :

- La Marne : le tunnel passe sous ce cours d'eau entre l'OA 0702P et l'OA 0701P ;
- Le canal de Chelles : le tunnel passe sous ce canal au sud immédiat de l'OA 0701P ;
- Le canal de l'Ourcq : le tunnel passe sous ce canal au sud immédiat de la gare de Sevran-Livry ;
- La Morée : le tunnel passe sous cette rivière à 200m de cette dernière environ, au nord de la gare de Sevran-Livry puis juste à l'ouest de l'OA 0201P. Ce cours d'eau, à l'exception d'une brève section à ciel ouvert sur la commune du Blanc-Mesnil, se présente sous la forme d'un collecteur intégré au réseau départemental de gestion des eaux pluviales. La section à ciel ouvert est néanmoins canalisée (berges et fond) ;
- Le canal Saint-Denis : le tunnel passe sous ce canal juste à l'ouest de l'OA 3303P.

Une épaisseur de terrain, généralement équivalente (au minimum) au diamètre du tunnel, soit ici environ 10 m, est classiquement conservée entre la limite extérieure du tunnel et le fond du lit mineur du cours d'eau.

Cette distance de sécurité permet de préserver le cours d'eau lors du passage du tunnelier et notamment d'éviter de porter atteinte à l'intégrité du lit mineur et/ou d'occasionner des pertes d'eau.

En pratique, pour les grands cours d'eau comme la Marne, la profondeur généralement prise en compte est d'au moins 15 m.

Interaction entre le lit mineur et les gares ou ouvrages annexes

Une trop grande proximité entre les émergences (puits, gares) et les cours d'eau génèrerait un risque pour ces derniers pendant la période des travaux.

Le tableau ci-après présente les distances, horizontales et verticales, entre le tunnel et les cours d'eaux ou canaux.

Réseau hydrographique	Écart vertical entre le tunnel et le fond du lit mineur (m)	Écart horizontal entre les ouvrages superficiels et le lit du cours d'eau
Canal de Chelles / Marne	Environ 16 m	Un OA (0701P) sera réalisé à 26 m du canal de Chelles
Canal de l'Ourcq	8.1 m	L'extrémité sud de la paroi moulée de la gare Sevran-Livry se situe à 14 m du canal de l'Ourcq
La Morée à ciel ouvert	6.5 m	Un OA (0201P) sera réalisé à 43m de la Morée à ciel ouvert
Canal Saint-Denis	14.5 m	L'extrémité ouest de la paroi moulée du puits d'attaque du tunnelier au droit de l'OA 3303P se situe à 22 m du canal de Saint-Denis

Position relative des ouvrages vis-à-vis des cours d'eau au droit des traversées

Canal de Chelles

De par la profondeur du tunnel par rapport à la base du lit mineur (environ 16 m), aucun impact du tunnel sur le réseau hydrographique n'est identifié.

L'éloignement du puits de ventilation 0701P par rapport au lit mineur du canal permet d'éviter les impacts sur le lit mineur.

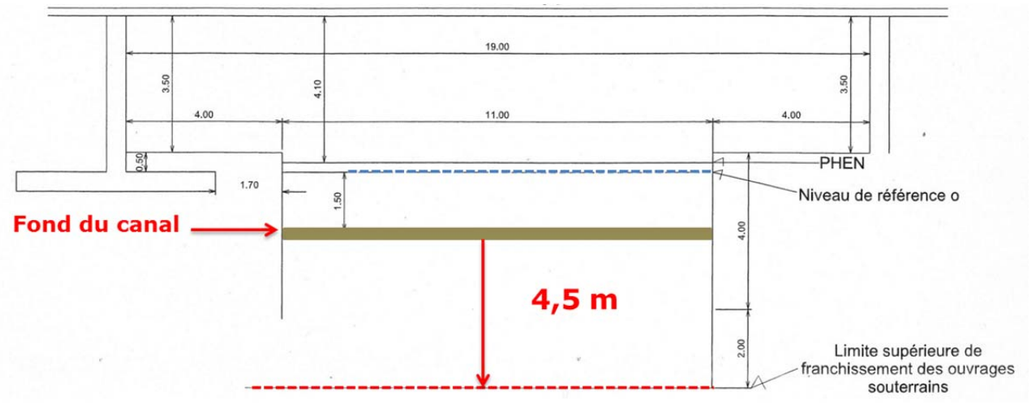
Par ailleurs, des opérations de confortement des berges du canal de Chelles mettent en œuvre des palplanches de 8 à 12 m de profondeur par battage. Des études complémentaires sont prévues afin de vérifier que le tunnel est bien compatible avec des opérations de confortement. Ces études permettront également de confirmer la stabilité du canal lors de travaux.

Canal de l'Ourcq

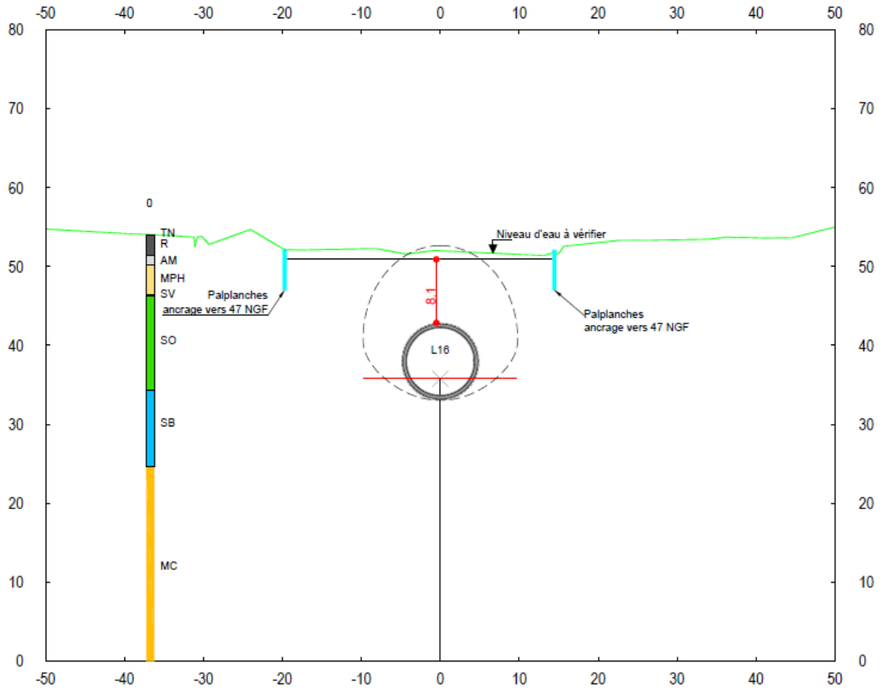
La limite supérieure de franchissement du canal de l'Ourcq par des ouvrages souterrains est fixée à 6 m sous le niveau des Plus Hautes Eaux Navigables (PHEN), soit environ 4.5 m sous le fond du canal (voir figure ci-après).

Le toit du tunnel est situé à 8,1 m du lit du cours d'eau et respecte donc largement la distance minimale de 4,5 m imposée par la ville de Paris. Lors de la réalisation du tunnel, le tassement différentiel maximum est estimé à 3 mm/m et le tassement absolu à 26 mm. L'impact du tunnel sur le canal est donc négligeable, les travaux ne pouvant générer de risque de brèche dans l'ouvrage.

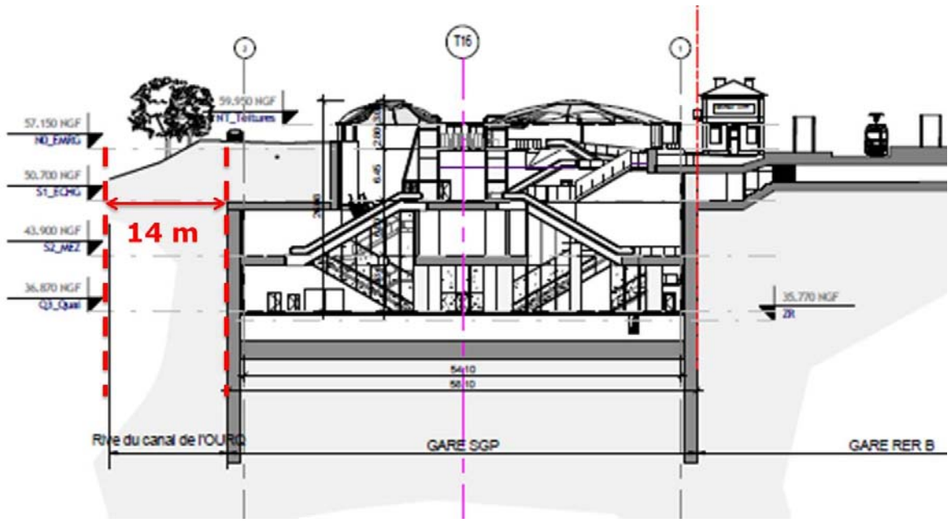
L'extrémité sud de la boîte gare s'inscrit à 14 m du cours d'eau. Le tassement absolu est estimé à 11 mm, ce qui est considéré comme négligeable. L'impact du creusement de la boîte se limite à un risque de fuites localisées.



Profondeur minimale à respecter pour le franchissement souterrain du canal de l'Ourcq (Ville de Paris - Service des Canaux)



Coupe au droit du passage du tunnel sous le canal de l'Ourcq (Egis)



Coupe transversale entre la gare de Sevran-Livry et le canal de l'Ourcq (Egis)

- **La Morée**

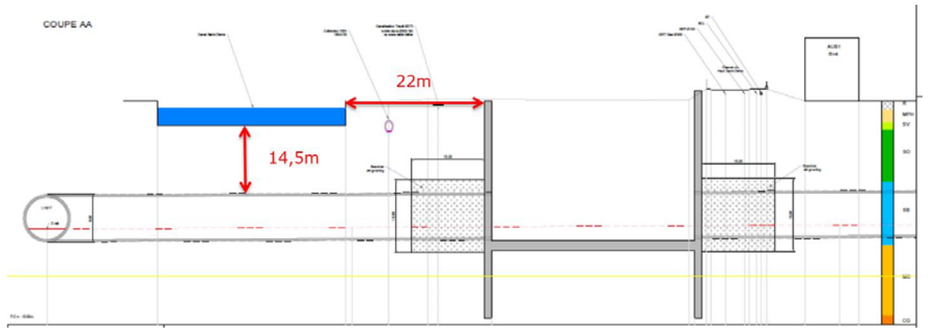
L'éloignement horizontal de l'ouvrage annexe 0201P par rapport au lit mineur de la Morée à ciel ouvert permet d'éviter des impacts sur le lit mineur.

Le tunnel se situe 6.5 m sous la base du lit mineur. Le fond et les berges de la Morée étant bétonnés, l'impact de l'ouvrage est donc négligeable.

- **Canal Saint-Denis**

La profondeur du tunnel par rapport à la base du lit mineur est de 14,5 m. Lors de la réalisation du tunnel, le tassement différentiel maximum est estimé à 1,5 mm/m et le tassement absolu à 26 mm. L'impact de l'ouvrage sur le canal est donc négligeable.

L'éloignement horizontal (22 m) du puits d'attaque tunnelier (OA 3303P) par rapport au lit mineur du canal permet d'éviter des impacts vis-à-vis de l'ouvrage sur le lit mineur.



Coupe transversale entre l'OA 3303P et le canal Saint-Denis

4.2.1.2. Mesures en phase travaux

Le tunnel est réalisé à l'aide d'un tunnelier. Cette méthode constructive permet de travailler de façon étanche et d'éviter le drainage de la nappe ou des cours d'eau, et par conséquent les éventuels tassements générés par celui-ci. Bien que l'analyse démontre que les impacts attendus sont négligeables, des dispositions constructives sont prises pour prévenir l'apparition de tassements inopinés.

Afin de limiter les tassements, l'utilisation d'un tunnelier à pression de confinement pour l'exécution des travaux permet d'assurer la stabilité du front de taille lors du creusement.

Pour la traversée des points particuliers, les dispositions particulières suivantes seront mises en œuvre :

- Maîtrise spécifique de la pression de confinement ;
- Surveillance du niveau de remplissage de la chambre d'abattage ;
- Anticipation des travaux de maintenance de la machine afin d'assurer un creusement continu sous l'ouvrage ;
- Auscultation en temps réel des déformations en surface.

Un constat contradictoire de l'état des ouvrages (canal de Chelles, Marne) sera réalisé préalablement aux travaux, puis un suivi de l'évolution de l'état des ouvrages sera réalisé lors du passage du tunnelier afin de s'assurer de l'absence de dommages causés par les travaux.

Concernant le risque de fuites du canal de l'Ourcq induites par le creusement de la boîte gare de Sevran-Livry, les dispositifs de surveillance suivants seront mis en œuvre :

- Alerte du maitre d'ouvrage et de la ville de Paris (service des canaux) en cas de fuite ;
- Fermeture du bief (entre l'écluse amont et aval) au moment du passage du tunnelier ;
- Information des usagers (par la ville de Paris) de l'interdiction temporaire de la navigation sur cette section du canal ;
- Réalisation d'un diagnostic par une entreprise spécialisée ;
- Travaux de confortement avec injection de béton pour assurer l'étanchéité du canal ;
- Réouverture du bief du canal à la navigation.

4.2.1.3. Impacts en phase exploitation

Les impacts des ouvrages sur le réseau hydrographique en phase exploitation sont maîtrisés dès la phase chantier et sont donc nuls en phase exploitation.

4.2.1.4. Mesures en phase exploitation

Aucune mesure n'est à mettre en œuvre.

4.2.2. Impacts du franchissement aérien du canal de l'Ourcq et mesures associées

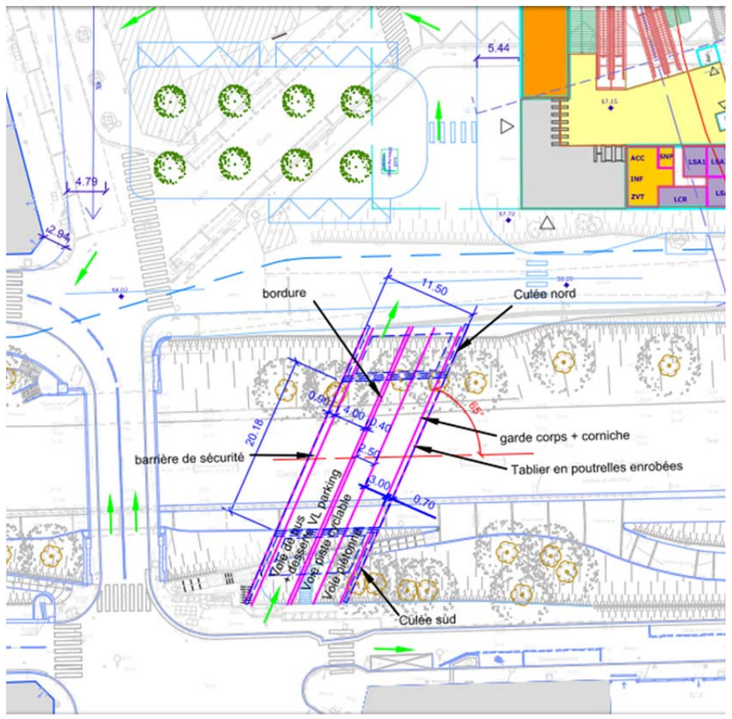
Le projet de lignes 16, 17 Sud et 14 Nord Sud n'est concerné que par un seul ouvrage de franchissement de cours d'eau au droit du canal de l'Ourcq. Celui-ci est présenté dans les paragraphes ci-après.

4.2.2.1. Présentation du dispositif de franchissement

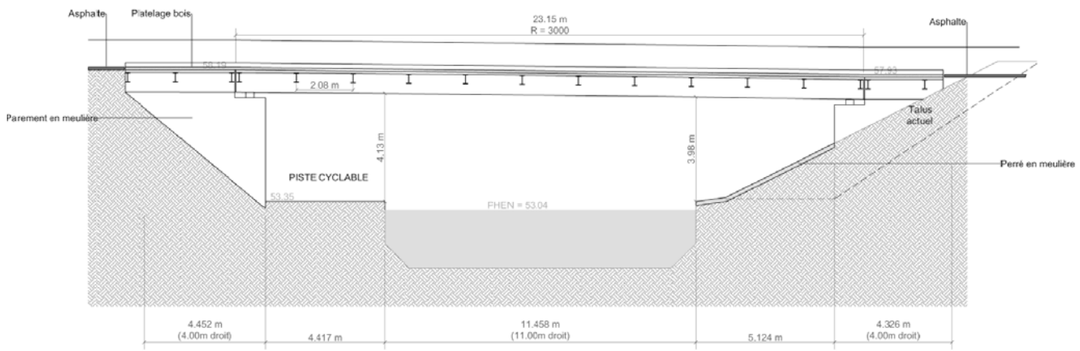
L'accès sud actuel de la gare de Sevran-Livry se fait par un pont routier (RD 44) en maçonnerie au-dessus du canal. Il est prévu de réaliser un nouvel ouvrage de franchissement du canal de l'Ourcq, afin d'améliorer l'accès à la nouvelle gare de Sevran-Livry par le sud.

Le franchissement se fera par l'intermédiaire d'un pont biais implanté à une vingtaine de mètres à l'est du pont existant. La largeur du tablier est de 10 m et sa longueur d'environ 20 m avec un tirant d'air sous l'ouvrage d'environ 4,1 m au-dessus des Plus Hautes Eaux Navigables (PHEN).

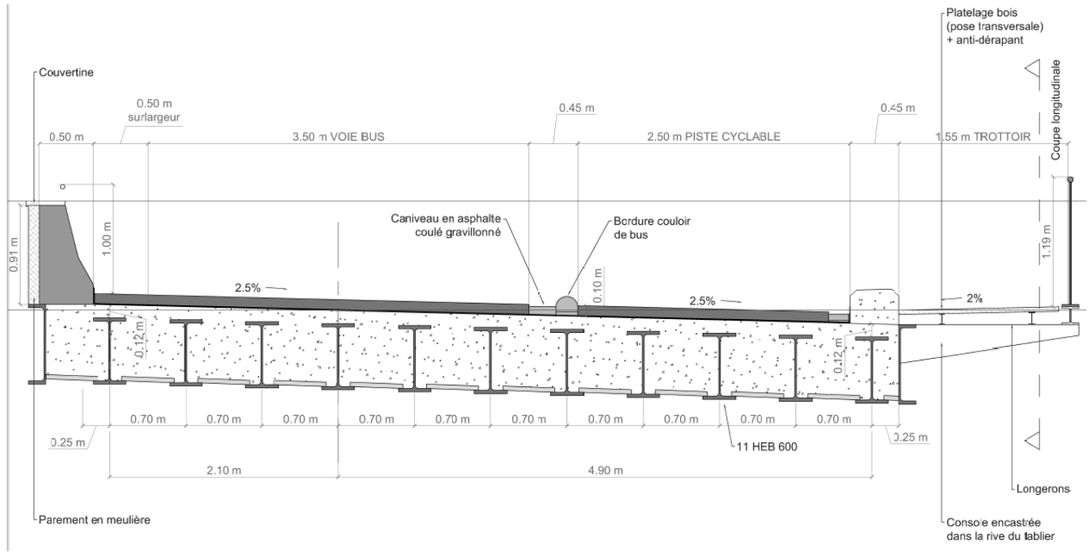
Les figures ci-après présentent le dispositif de franchissement.



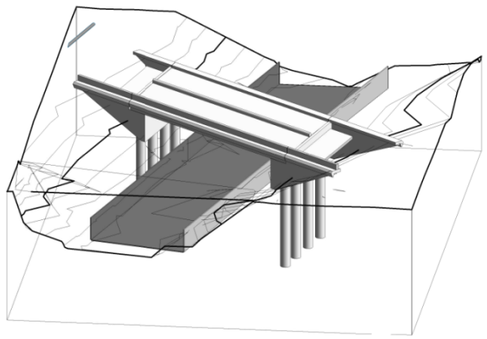
Vue en plan du franchissement du canal de l'Ourcq (Egis)



Coupe longitudinale (Egis)



Coupe transversale (Egis)



Vue 3D de la structure et des fondations du pont biais (Egis)

Le pont actuellement existant est un pont maçonné et cintré (voir photo ci-après)

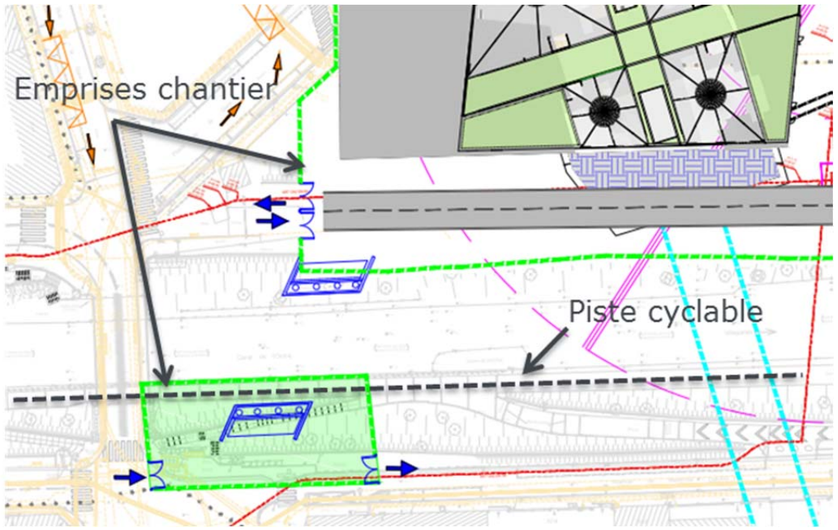
Pont routier de la RD 44 (Egis)

4.2.2.2. Impacts en phase travaux

Le tablier de l'ouvrage s'appuiera sur des pieux fondés dans les berges du canal. Les travaux s'effectuant depuis les berges du canal, ceux-ci ne modifieront pas le profil en long ou le profil en travers du lit mineur du canal et n'impacteront pas la faune piscicole. Il n'y aura donc aucun impact sur le lit mineur du canal.

Les impacts en phase chantier sont limités aux berges sur deux périodes (voir figure ci-après) :

- Mise en place de la culée Sud de l'ouvrage : coupure de la piste cyclable existante pendant 3 mois ;
- Mise en place du tablier de l'ouvrage, travaux d'étanchéité et d'équipement : interruptions ponctuelles de la navigation et de la piste cyclable (de l'ordre d'une journée).



Emprises chantiers prévues pour la réalisation du pont (Egis)

4.2.2.3. Mesures en phase travaux

Les mesures suivantes seront adoptées pour limiter l'impact des travaux :

- Interruption de la piste cyclable : la piste cyclable sera déviée temporairement dans la circulation générale (avenue du Maréchal Lyautey et boulevard de la République) en concertation avec le CD93 et la commune de Sevran. Par ailleurs une signalisation spécifique sera mise en place pour informer les usagers ;
- Interruption de la navigation fluviale :
  - navigation de marchandise : information de la batellerie des périodes d'interruption prévues, avis des usagers par la batellerie ;
  - navigation de plaisance : lors des interruptions ponctuelles de la navigation pour des raisons de sécurité, l'entreprise en charge des travaux mettra à disposition un « homme trafic » qui interdira le passage dans le bief (entre écluse amont et aval) pendant la durée des travaux prévus.

4.2.2.4. Impacts en phase exploitation

Le pont biais étant séparé du pont existant, la luminosité entre les deux ouvrages sera importante. Le nouvel ouvrage sera donc sans impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique dans le canal.

Le tirant d'air de l'ouvrage respecte les prescriptions imposées par la ville de Paris – service des canaux.

Le projet n'aura donc pas d'incidence sur les milieux aquatiques et la faune piscicole, en phase exploitation.

Par ailleurs, concernant le risque d'inondation du canal de l'Ourcq, celui-ci peut être en crue par la crue de ses affluents à l'amont mais ne déborde pas au droit de la gare de Sevran-Livry. Il n'y a pas de débordement incontrôlé de la Marne dans le canal à l'amont. En cas de crue, elle est évacuée en Seine, tant que la cote de 6,20 m n'est pas atteinte à l'échelle du pont de l'Alma à Paris.

Le pont-passerelle prévu sur le canal de l'Ourcq au droit de la gare de Sevran-Livry, ne comporte pas de pile ou culée dans le lit du canal ; il dégage un tirant d'air d'environ 4,1 m au-dessus des Plus Hautes Eaux Navigables et une section d'ouverture équivalents ou supérieurs à ceux du pont à arche existant de la RD 44 immédiatement à l'aval. Il n'y aura donc aucune dégradation des conditions d'écoulement dans le canal en cas de crue du canal de l'Ourcq dans sa partie amont.

4.2.2.5. Mesures en phase exploitation

Aucune mesure n'est à mettre en œuvre.

4.3. Impacts sur le risque inondation

4.3.1. Principes et stratégie retenus de prise en compte du risque inondation dans le projet en lit majeur

4.3.1.1. Nature des impacts attendus

L'impact hydraulique des remblais ou des bâtiments rendus étanches peut résulter :

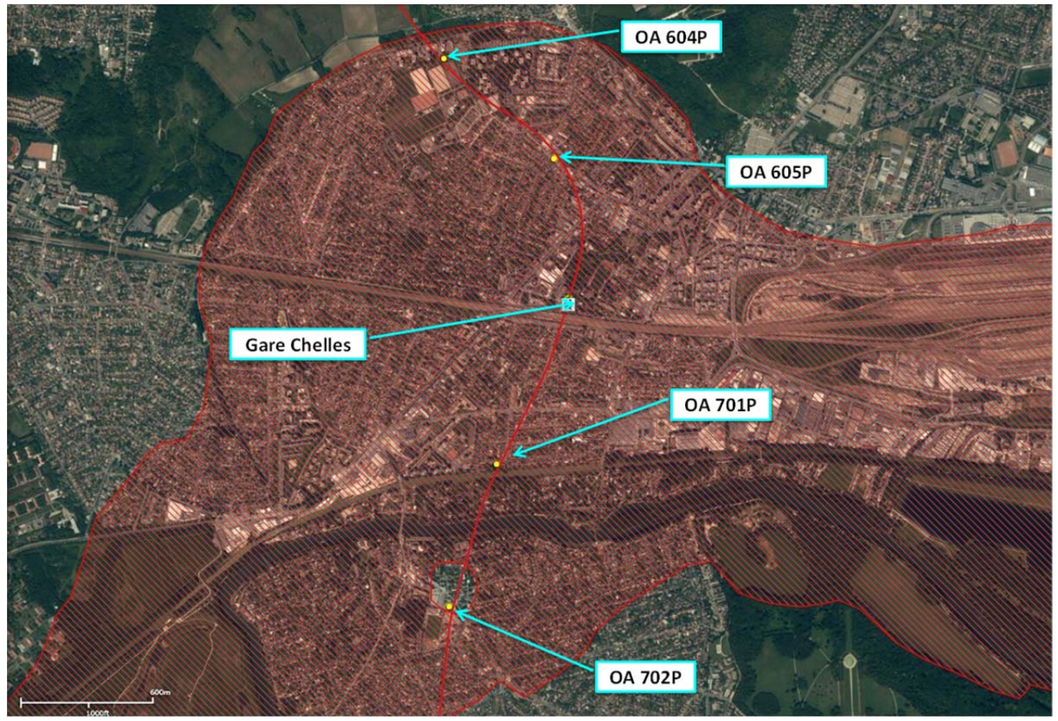
- D'une modification des conditions d'écoulement (réduction des sections mouillées, obstacle à l'écoulement …), qui provoque une modification de la ligne d'eau et des vitesses d'écoulement au droit et aux abords immédiats du site. Ces impacts sont souvent plus sensibles en lit mineur qu'en lit majeur ;

- D'une réduction de la capacité d'expansion des crues atteignant le site considéré, provoquant une augmentation du débit de pointe en aval. Cette augmentation impacte le cours d'eau sur tout son parcours en aval du projet, même si cette augmentation s'atténue lentement avec la propagation de la crue.

4.3.1.2. Recensement des ouvrages concernés

Seule la crue centennale de la Marne est en interaction avec des ouvrages du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord. Les ouvrages concernés sont les suivants :

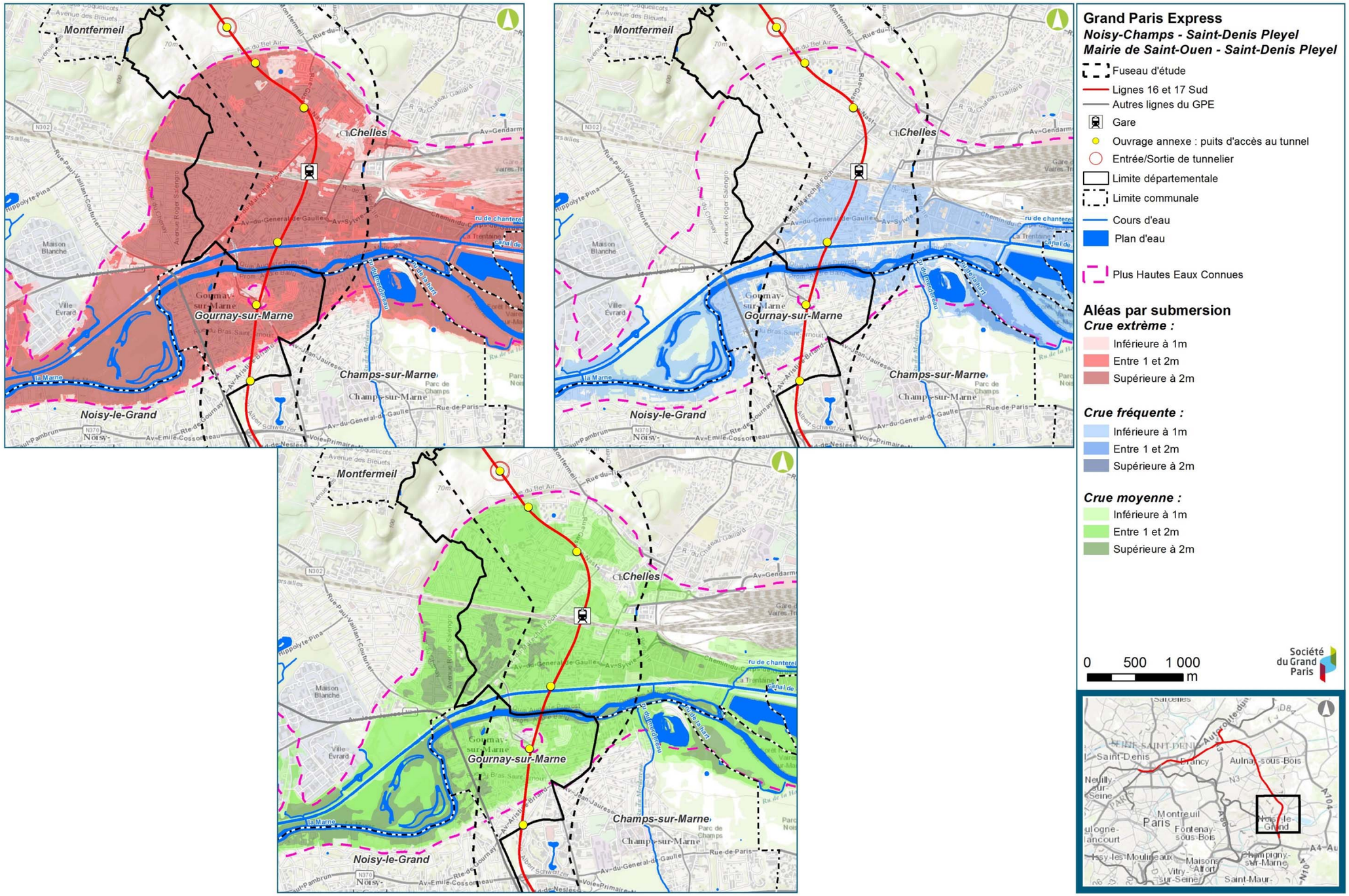
- OA 0702P
- OA 0701P
- Gare de Chelles
- OA 0605P
- OA 0604P



Ouvrages dans la zone des PHEC - crue centennale 1910 (Egis)

Les cartes et le tableau de synthèse des aléas pages suivantes détaillent l'ensemble des ouvrages émergents (gares, ouvrages annexes) concernés par les inondations en précisant leur seuil d'inondation, au sens de la directive « inondation » :

- Crue fréquente : crue de janvier 1982 (période de retour 10 ans) ;
- Crue moyenne : crue de janvier 1910 (période de retour 100 ans) ;
- Crue extrême : pas d'évènement historique connu, crue de projet dit R1.4 (période de retour 1 000 ans).



Cartes des hauteurs d'eau pour les trois scénarios d'inondation du TRI Métropole francilienne (DRIEE Idf Atlas cartographique du TRI Métropole francilienne, décembre 2013)

Ouvrage	Inondabilité des ouvrages (phase chantier/exploitation)					
	10 ans		100 ans		1000 ans	
	Crue fréquente phase chantier	Crue fréquente phase exploitation	Crue moyenne phase chantier	Crue moyenne phase exploitation	Crue extrême phase chantier	Crue extrême phase exploitation
OA 0702P	N	N	O	O	O	O
OA 0701P	N	N	O	O	O	O
Gare de Chelles	N	N	O	O	O	O
OA 0605P	N	N	O	O	O	O
OA 0604P	N	N	O	O	O	O

Tableau de synthèse des aléas d'inondabilité des ouvrages

Légende : Interventions en lit mineur - Inondabilité des ouvrages : oui (O) / non (N)

4.3.1.3. Stratégie retenue pour le projet concernant les ouvrages et remblais en lit majeur

Conformément au règlement du PPRI, au SDAGE et aux réflexions en cours dans le cadre du TRI de l'agglomération francilienne, la stratégie de prise en compte du risque inondation par débordement de la Marne dans le projet s'axe autour de deux objectifs principaux :

- Objectif n°1 : protéger les biens et les personnes au droit du projet ;
- Objectif n°2 : ne pas aggraver le risque inondation sur et aux environs du projet.

Objectif n°1 : protéger les biens et les personnes au droit du projet

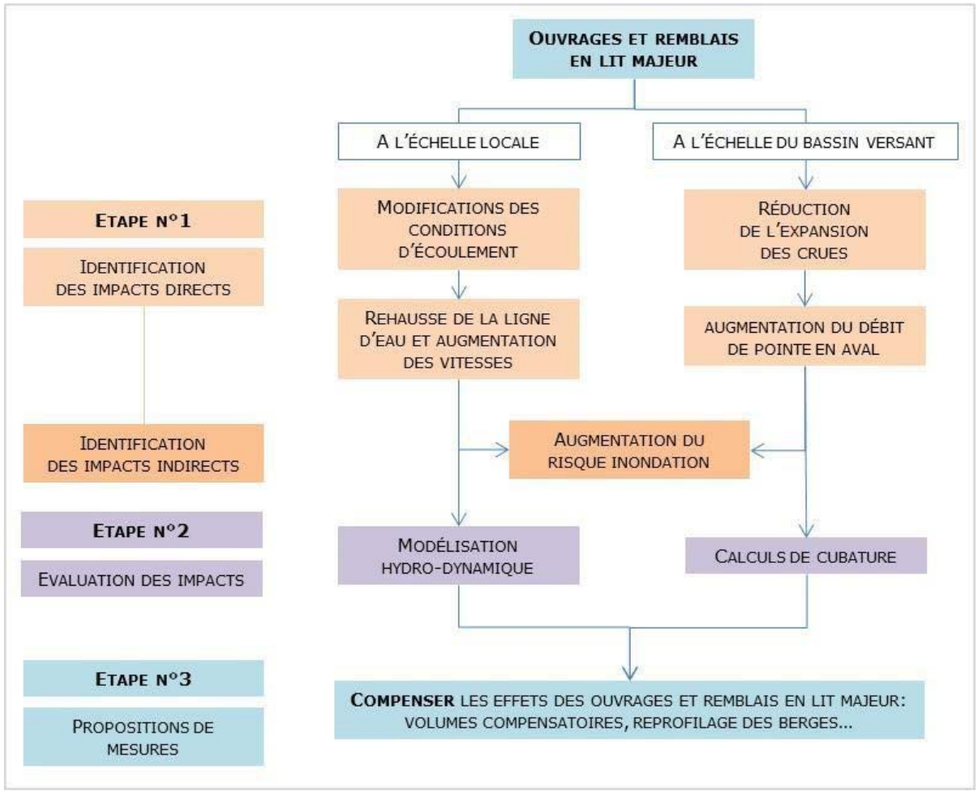
Afin de protéger les biens et les personnes au droit du projet, le projet vise à réduire la vulnérabilité aux inondations.

La principale mesure est la mise hors d'eau de l'ensemble de l'infrastructure jusqu'à la cote de crue centennale, augmentée de 20 cm. La cote de crue dépend du bief de la Marne. Elle est précisée dans le PPRI de la vallée de la Marne (département de Seine Saint-Denis).

Objectif n°2 : ne pas aggraver le risque inondation sur et aux environs du projet

L'organigramme ci-contre présente les trois étapes réalisées afin de ne pas aggraver le risque inondation sur et aux environs du projet, à savoir :

- Étape n°1 : identification des impacts directs et indirects. Pour les impacts directs, il s'agit des impacts à l'échelle locale du projet (modifications des conditions d'écoulement) et des impacts à l'échelle globale du bassin versant (augmentation du débit de pointe à l'aval). L'ensemble de ces impacts sont susceptibles d'augmenter le risque inondation aux deux échelles précitées (impact indirect) ;
- Étape n°2 : évaluation des impacts. L'évaluation des impacts a été réalisée avec une modélisation hydrodynamique et un calcul de cubatures (voir description détaillée de la méthodologie au chapitre suivant) ;
- Étape n°3 : propositions de mesures, afin de limiter au maximum les impacts du projet, telles que la compensation des volumes soustraits à la crue.



Stratégie Inondation de la SGP

Dans le cadre du Grand Paris Express (GPE), la Société du Grand Paris a élaboré une démarche pour fixer les lignes directrices à étudier et à intégrer dans la conception des infrastructures du programme concernées par le risque d'inondation (secteurs d'aménagements situés en zones inondables). Cette approche s'appuie sur la réglementation en vigueur, qui impose aux pétitionnaires d'intégrer le risque inondation dans leur projet afin notamment de protéger les infrastructures et leurs usagers, de s'assurer de la conservation du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations ainsi que de préserver les milieux aquatiques. Cette démarche est déclinée au travers d'étapes structurantes permettant de déterminer les objectifs et engagements pour le projet. À ce titre, ces derniers seront à décliner de manière « opérationnelle » par les autres parties prenantes du projet (Maîtres d'œuvres, Assistants à Maîtrise d'Ouvrage, Entreprises, etc.).

Les principaux objectifs de la SGP sont donc les suivants :

- Protéger contre les crues l'infrastructure et ses usagers ;
- Réaliser les travaux en tenant compte du risque de crue ;
- Ne pas aggraver le risque inondation.

Pour ce faire sont définies une crue de protection (ou crue de dimensionnement) ainsi qu'une crue « exceptionnelle » de protection (ou crue de protection supplémentaire).

- **Niveau de protection** : La crue de protection (ou crue de dimensionnement) constitue la crue contre laquelle il est décidé de protéger les infrastructures du GPE de façon « permanente » ou à défaut de façon provisoire (sous réserve de justifications détaillées).

  Cela revient à concevoir les infrastructures du réseau de transport de telle sorte qu'elles soient parfaitement étanches par construction jusqu'à la crue de protection. Ainsi, pour toute crue inférieure à la crue de protection, aucune inondation de l'infrastructure de transport (gares, tunnels, ouvrages annexes, site de maintenance) n'est rendue possible.

- **Niveau de protection exceptionnel** : La crue exceptionnelle de protection (ou crue de protection supplémentaire) constitue la crue supérieure à la crue de protection contre laquelle il est décidé de protéger les infrastructures du réseau de transport au moyen de dispositifs de protection supplémentaires (provisoires), qui pourront notamment faire appel à des dispositifs entreposés dans des locaux distincts des ouvrages concernés.

  Cette protection supplémentaire (2nd niveau de protection, à priori provisoire) pourra se matérialiser par la mise en place d'ouvrages de protection amovibles. Ces ouvrages amovibles devront être parfaitement couplés avec les protections contre la crue de dimensionnement (1er niveau de protection, à priori permanent). Les moyens de protection correspondant aux deux niveaux de protection devront être définis et dimensionnés dans le cadre des études de conception.

  Au cas par cas, dans la perspective de simplifier les modalités d'exploitation du réseau pour les crues exceptionnelles, il pourra être envisagé de mutualiser les deux niveaux de protection (par exemple par la rehausse du terrain naturel ou d'un muret de protection en génie-civil directement jusqu'au niveau exceptionnel de protection, de façon permanente, si possible).

  Pour les zones dont la submersion aurait été admise pour la crue de protection, des dispositifs complémentaires doivent être conçus pour empêcher la propagation de la submersion.

- **Synthèse des niveaux de protection** : La SGP a étudié différentes crues de référence sur le secteur d'étude (au regard des niveaux d'eau atteints pour chacune d'elles) afin de caractériser la crue de protection et la crue exceptionnelle de protection en matière de période de retour. Les différentes crues étudiées sont les suivantes :
  - **La crue « PPRI »** (crue de référence pour l'élaboration des PPRI sur Paris et sa proche banlieue) : crue de 1910 dont la période de retour est de l'ordre de 100 ans ;
  - **La crue « PPRI + 20 cm »** : crue fictive dont les niveaux d'eau sont ceux de la crue « PPRI » rehaussés de 20 cm quel que soit le secteur considéré ;
  - **La crue « EA2012 R1.15 »** (scénario « Etat de l'art 2012 » établi par la DRIEE en 2011) : ce scénario a été construit en multipliant les débits de la crue de 1910 par 1.15. La période de retour pour cette crue est de l'ordre de 500 ans (estimation DRIEE) ;
  - **La crue « extrême »** (au sens de la Directive Inondation) : ce scénario a été établi dans le cadre de la cartographie des zones inondables sur le Territoire à Risque Important d'inondation « métropole francilienne » (TRI). La période de retour de cette crue est de l'ordre de 1 000 ans.

En effet, afin que les Maîtres d'œuvres puissent intégrer la stratégie inondation de la SGP lors de la conception et afin qu'ils puissent la mettre en œuvre de manière opérationnelle, une période de retour et des niveaux de d'eau ont été associés à chacune des deux crues de protection définies précédemment.

Au regard des niveaux d'eau associés à chacune des crues étudiées, du nivellement du terrain naturel, des éléments de conception fournis par la Maîtrise d'œuvre dans le cadre des études d'Avant-Projet et des ambitions de la SGP en matière de protection et de résilience de ses infrastructures, les crues de protection retenues sont les suivantes :

Niveaux de protection « Stratégie Inondation SGP »	Niveaux de crues correspondants
Crue de protection	**Crue « PPRI + 20 cm »**
Crue de protection exceptionnelle	**Crue « EA2012 R1.15 »**

Pour rappel, les cotes de ces crues sont issues de documents et institutions suivantes :

- Crue centennale : Plans de Préventions des Risques d'Inondation départementaux, via la DRIEE/Préfectures ;
- Crue « EA2012 R1.15 » : Etat de l'art 2012 – Les scénarios de crues en région Ile-de-France, DRIEE/Préfecture de la région d'Ile-de-France.

La Société du Grand Paris souhaite ainsi s'inscrire dans les objectifs de la région Ile-de-France (Préfecture de Région) et de l'OCDE qui consistent à renforcer la résilience des infrastructures et des réseaux (aujourd'hui encore globalement vulnérables et peu préparées à affronter une inondation) ainsi qu'à développer la protection des biens et des personnes dans un cadre de planification à long terme.

Cas particulier de la commune de Chelles

La commune de Chelles n'a pas de PPRI approuvé alors que la gare de Chelles et les ouvrages annexes 0701P, 0605P, 0604P se situent en zone inondable de la Marne. Pour ce cas particulier, la SGP a mené une analyse des autres documents de portée réglementaire avec les parties prenantes afin de déterminer la cote de référence à considérer. En résumé :

- Le PPRI 77 « Vallée de la Marne » applicable à la ville de Chelles n'a pas été approuvé, ayant été dénoncé puis annulé par le Tribunal Administratif de Melun le 12/10/06. La délimitation stricte des zones inondables et le niveau d'eau de référence « Crue centennale » ne sont donc plus en vigueur. A noter que dans ce document la cote de référence était de 40,51 m NGF ;
- Les données ayant vocation à remplacer celles du PPRI 77 « Vallée de la Marne » annulé en 2006 sont celles de l'étude du Cerema (2014-2015) en cours de finalisation/validation : cote de référence à 40,51 m NGF. En l'état actuel, il n'y a pas de validation officielle de l'étude du Cerema ni du PPRI 77 « Vallée de la Marne », par la Direction Départementale des Territoires de Seine-et-Marne ;
- Les données « légales » actuellement en vigueur sont : le **Plan des Surfaces Submersibles** (PSS) de la Vallée de la Marne du 13/07/94 : cote de référence à 40,56 m NGF.

En attendant l'entrée en vigueur du nouveau PPRI 77 « Vallée de la Marne » applicable sur la commune de Chelles, pour les études de maitrise d'œuvre des ouvrages concernés, le **niveau « Crue de protection » (« PPRI+20cm ») est fixé à 40,71 m NGF sur la commune de Chelles.**

4.3.1.4. Méthodologie retenue pour l'évaluation des impacts

Objectifs de la modélisation

Les objectifs de la modélisation hydraulique sont :

- L'étude du fonctionnement hydraulique actuel de la Marne sur la zone d'étude ;
- La quantification des principales valeurs physiques de l'écoulement de la Marne sur la zone d'étude (hauteur, vitesse et débit) ;
- La simulation du projet et l'analyse des impacts en termes de modification de hauteurs d'eau (remous), vitesses et débits.

Le modèle hydraulique utilisé dans le cadre de cette étude est Infoworks ICM (produit par Innovyze) ; il permet de modéliser de manière fidèle des cours d'eau et de déterminer les caractéristiques hydrauliques en chaque nœud de calcul (hauteur, vitesse et débit).

Ce modèle résout les équations complètes de Barré de Saint-Venant en deux dimensions. Il peut fonctionner en régime permanent et transitoire, en une ou deux dimensions.

Il permet de prendre en compte tout type d'ouvrage (ponts, dalots, buses, vannes, seuils, clapets, etc).

Construction du modèle

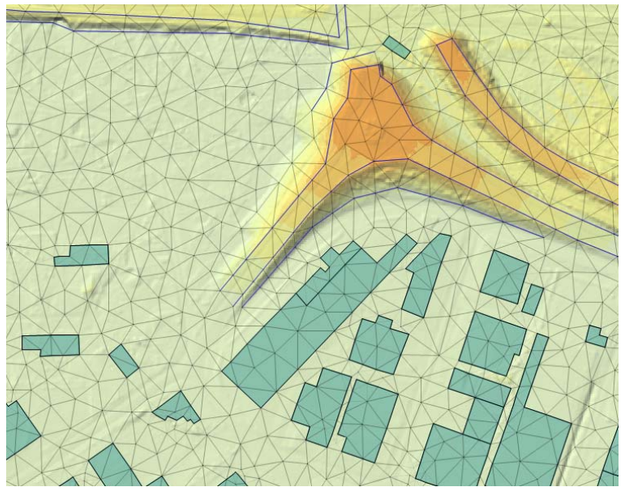
Le modèle mis en œuvre est un modèle de 12 km couplé 1D lit mineur / 2D lit majeur permettant une parfaite représentation des écoulements sur toute la zone inondable. L'intérêt de la modélisation 2D est de permettre la juste répartition des écoulements entre le lit mineur et le lit majeur inondable. L'influence des remblais et du projet est ainsi parfaitement restituée.

Le lit mineur de la Marne est représenté par un profil environ tous les 250 m :

- 25 profils issus des données bathymétriques fournies par VNF ;
- 21 profils issus des levers complémentaires réalisés par un cabinet de géomètres spécialisés ;
- 9 ouvrages (ponts, passerelles et barrage) présents sur la zone modélisée ont été levés par un cabinet de géomètres spécialisés et ont été intégrés au lit mineur.

Le lit majeur est modélisé en 2 dimensions par l'intermédiaire d'un maillage triangulaire construit sur la base des données LiDAR. La dimension des mailles varie entre 100 et 250 m² et est affinée au droit du projet à des dimensions de 100 m² maximum.

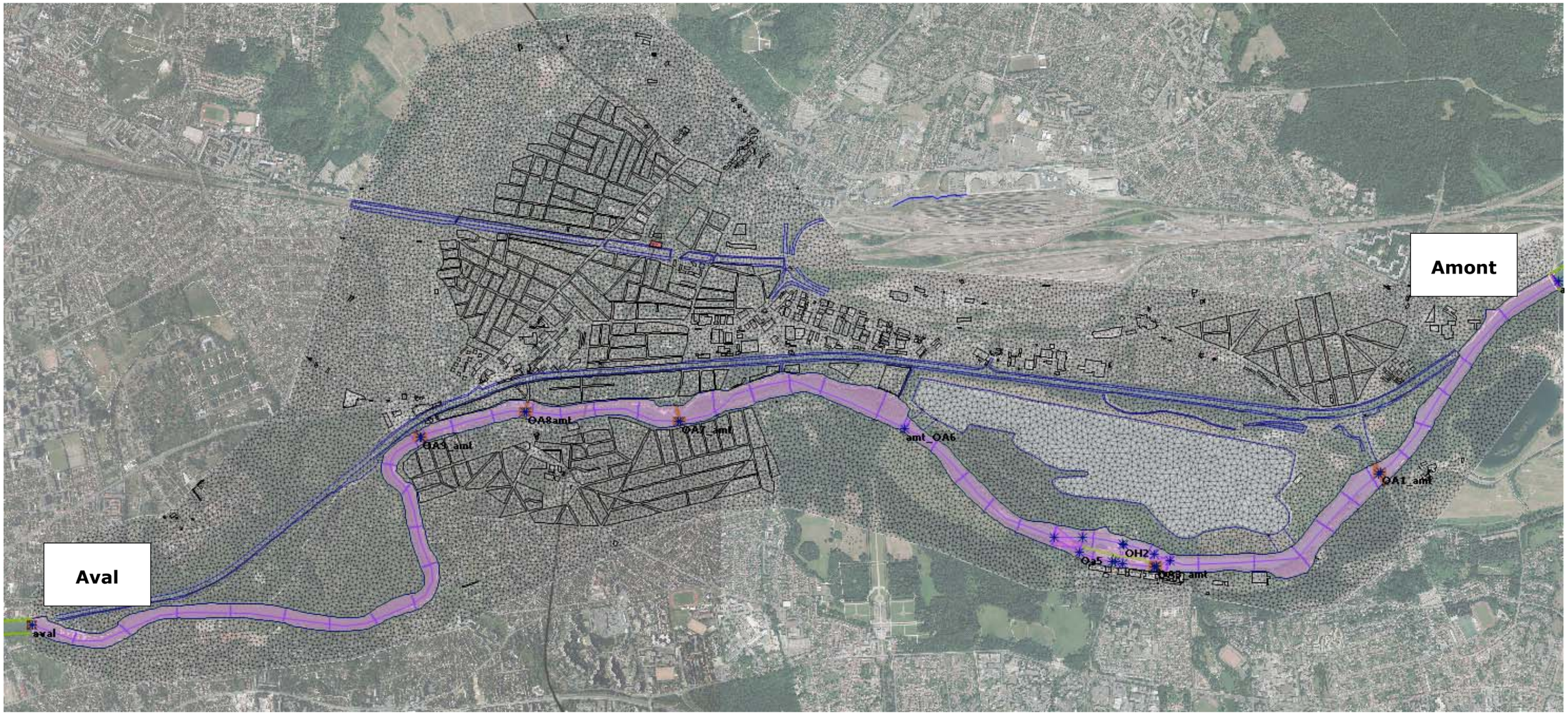
Tous les éléments influençant les écoulements en lit majeur inondable (bâtiments, remblais…) sont intégrés au maillage via des lignes de contraintes et des polygones. Ces éléments permettent de structurer le maillage et d'améliorer la précision des écoulements.



Intégration des remblais et des bâtiments dans le maillage – Extrait du modèle Infoworks ICM avec fond lidar

La connexion entre le lit mineur 1D et le lit majeur 2D est assurée par la présence de « lignes de berge » représentant les hauts de berge, basés sur la topographie des données LiDAR. La définition d'un point tous les 15 m permet de prendre en compte la présence d'un maximum de points bas.

Les cotes des berges ont été localement vérifiées et ajustées pour prendre en compte la présence des murettes en rive droite.



Vue d'ensemble du modèle hydraulique de 12 km mis en œuvre (Extrait Infoworks ICM)

Écart avec les hypothèses de modélisation prises pour un PPRI

Le modèle hydraulique réalisé pour cette étude est un modèle complet représentatif des écoulements sur toute la zone d'étude. Il s'agit d'un modèle en 2 dimensions dont le maillage s'appuie sur toutes les irrégularités de terrain, en intégrant notamment :

- Les remblais routiers et ferroviaires ;
- Les digues du canal latéral à la Marne ;
- Les principales zones de ralentissement dynamiques (blocs de bâtiments).

La précision obtenue est donc supérieure à celle d'un modèle à casier ou d'un modèle filaire.

La méthode employée pour la modélisation n'est donc pas comparable aux hypothèses prises dans le cadre d'une étude de PPRI ; en effet, les PPRI sont établis en considérant comme transparents les digues et remblais jouant le rôle de digue. Cela a pour conséquence une surestimation de l'enveloppe de crue.

Choix de la crue de référence

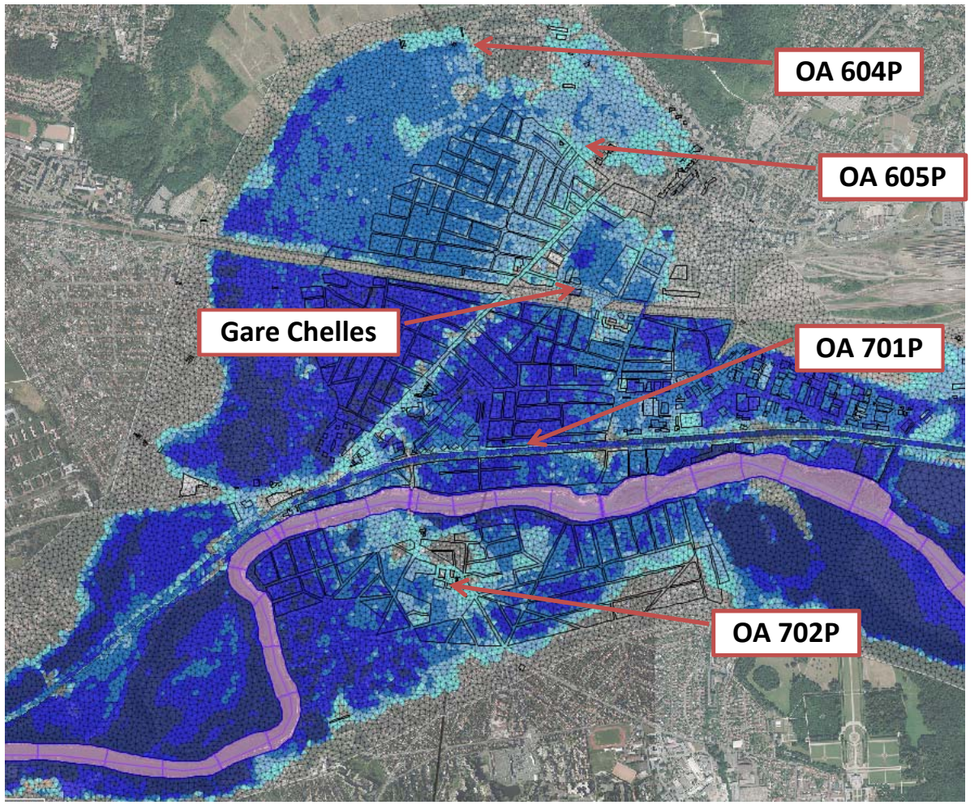
Le tableau suivant regroupe les débits et périodes de retour des crues modélisées pour la définition de l'état projet.

Crue	Débits estimés (m^3/s)	Période de retour
Janvier 1910	850	100 ans
Janvier 1955	800	50 ans
Avril 1983	550	10 ans
Janvier 1994	509	5 ans

Débits de pointe et période de retour retenus pour les simulations

La crue de référence à prendre pour le calcul des compensations à effectuer doit être la crue de débit le plus fort connu, ou la crue centennale. La crue de 1910 est considérée comme centennale. Il s'agit donc de la crue de référence utilisée pour définir les impacts du projet.

La carte ci-après représente la largeur du champ d'inondation pour le débit de la crue de 1910 (850 m^3/s - 100 ans), en état projet.

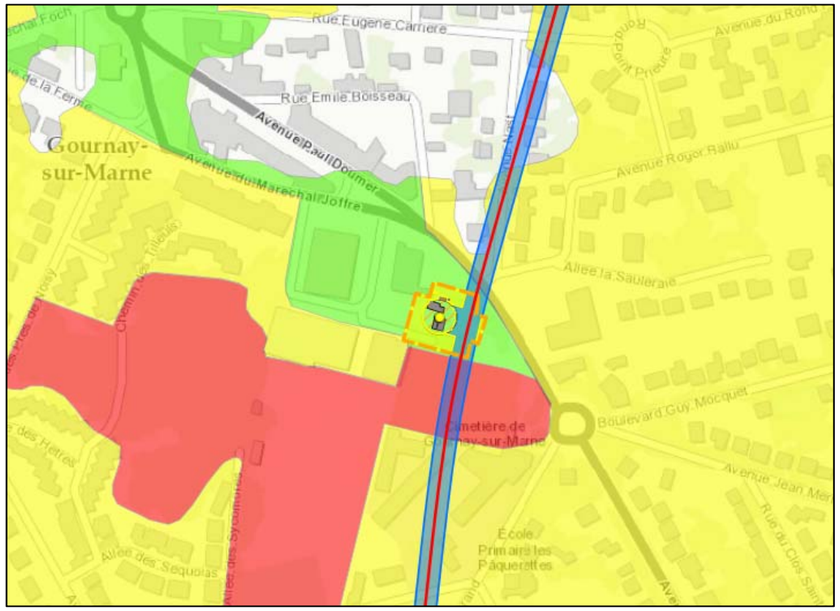


Ouvrages du projet impactés par une crue centennale (Hauteurs d'eau crue de 1910 - 850 m^3/s)

0.01m 1m 2m 3m 4m

4.3.1.5. Conformité au PPRI 93 « La Marne » de l'ouvrage 0702P

L'ouvrage se situe sur la commune de Gournay –sur- Marne dans la zone verte « centre urbain » du PPRI 93 «La Marne» applicable à la Seine-Saint-Denis. Il en est de même pour les emprises chantier nécessaires à la réalisation de cet ouvrage.



Emprises du projet et zonage réglementaire du PPRI de la Marne

Le règlement du PPRI 93 « La Marne » précise dans le chapitre 6 « *Prescriptions applicables en zone verte* » que « *sont admis […] les infrastructures de transport terrestre, sous réserve de la réalisation d'une étude hydraulique avec, si nécessaire, la définition et la mise en œuvre de mesures compensatoires pour supprimer l'impact sur les conditions d'écoulement et assurer la conservation des volumes de stockage définis* ».

Par ailleurs, le tunnel intercepte tous les zonages réglementaires du PPRI 93 « La Marne » sur la commune de Gournay-su-Marne.

Le règlement du PPRI autorise dans l'ensemble des zonages, sous respect des prescriptions générales de l'article 2 : « *les infrastructures de transport ferroviaires, les éléments nécessaires à leur fonctionnement doivent être hors d'eau ou dans des cuvelages étanches. De même, les infrastructures au sol doivent être réalisées avec des matériaux imputrescibles.* ».

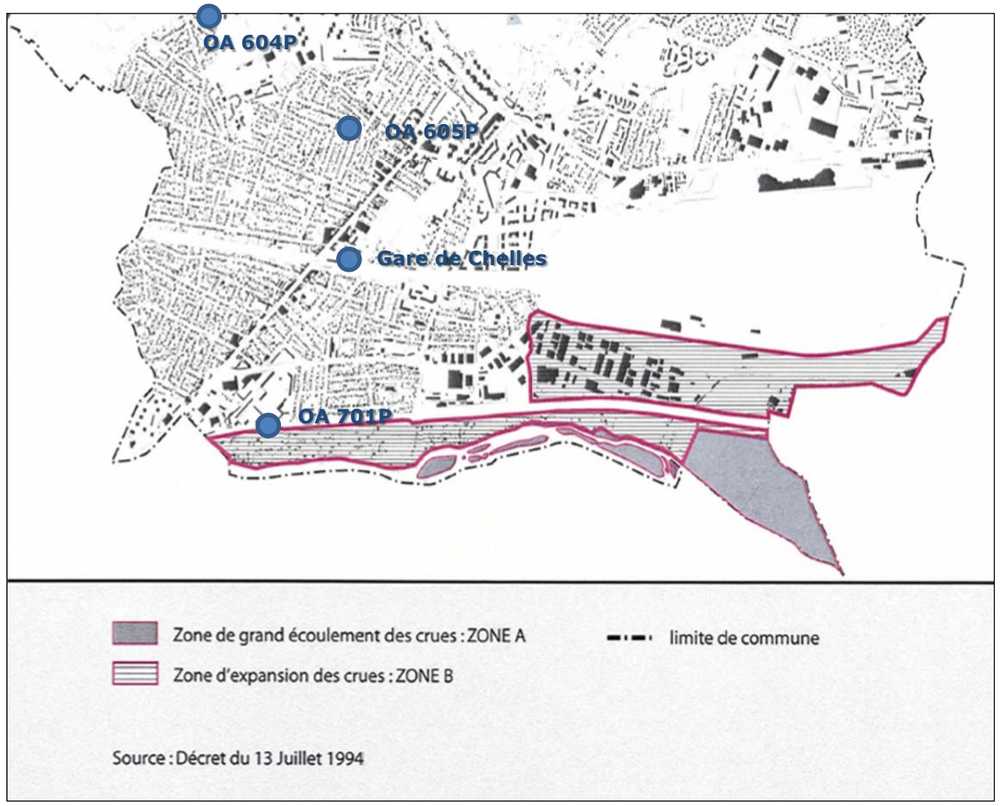
L'article 2 reprend principalement des prescriptions relatives aux constructions superficielles, ne s'appliquant donc pas aux travaux relatifs à la construction du tunnel par un tunnelier.

À la lecture du document, l'aménagement de l'ouvrage annexe 0702P et du tunnel sont compatibles avec le règlement du PPRI 93 «La Marne».

4.3.1.6. Conformité au PSS de la vallée de la Marne

En attendant l'entrée en vigueur du nouveau PPRI 77 « Vallée de la Marne », c'est le PSS de la Vallée de la Marne qui est applicable sur la commune de Chelles.

L'ouvrage annexe 701P se situe en limite de zone B du Plan des Surfaces Submersibles (zone de grand écoulement des crues) de la vallée de la Marne. Les ouvrages annexes 604P et 605P ainsi que la gare de Chelles se situent hors PSS.



Zonage du PSS de la vallée de la Marne à Chelles (Servitudes du PLU)

Le règlement du PSS indique à l'article 5 que « *seront en principe autorisés après déclaration préalable […] dans la zone B […] la réalisation des équipements et des opérations d'urbanisation sous réserve qu'une étude en détermine l'impact hydraulique et les mesures compensatoires nécessaires à mettre en œuvre* ».

À la lecture du document, l'aménagement de l'ouvrage annexe 0701P apparaît donc autorisé par le règlement du PSS de la vallée de la Marne. De la même façon, l'aménagement de la gare de Chelles et des ouvrages 0604P et 0605P sont hors champs d'application.

Le tunnel est implanté au droit du zonage du PSS de la vallée de la Marne à Chelles, dans la « zone de grand écoulement » dite zone A.

Le règlement du PSS indique à l'article 5 que « *seront en principe autorisés après déclaration préalable […], dans la zone A […] La réalisation d'équipements et voiries d'intérêt public dont l'implantation en zone A dite de grand écoulement est une nécessité sous réserve qu'une étude hydraulique en détermine l'impact sur l'écoulement et les mesures compensatoires nécessaires à mettre en œuvre*».

À la lecture du document et des études réalisées et des mesures compensatoires proposées, la réalisation du tunnel est compatible avec le règlement du PSS de la vallée de la Marne à Chelles.

4.3.2. Mesures générales de limitation des impacts

4.3.2.1. Éviter de construire en zone inondable

La localisation de la gare de Chelles, comme celle de l'ensemble des gares, a été arrêtée dans le cadre de l'approbation du schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris par décret n°2011-1011 du 24 août 2011, version consolidée au 27 août 2011. Cette approbation repose en particulier sur l'acte motivé, prévu par l'article 3 de la loi du 3 juin 2010 relative au Grand Paris. Ce document précise les modifications apportées au projet soumis au débat public et aux personnes consultées.

Le décret n° 2015-1791 du 28 décembre 2015 déclare d'utilité publique le projet des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord et son annexe 4 « Mesures destinées à éviter, réduire et compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement et la santé humaine, et modalités de suivi associées (Article R122.4 du code de l'environnement) » précise au chapitre 5.1 qu'« *Une attention particulière sera également apportée à la maitrise des impacts liés aux risques d'inondation dans le secteur de la gare de Chelles* ».

4.3.2.2. Diagnostiquer la vulnérabilité des ouvrages situés en zone inondable

Des diagnostics de vulnérabilité sont réalisés par la Société du Grand Paris pour l'ensemble des ouvrages situés dans les zones à risque d'inondation par débordement de la Marne. Conformément aux recommandations du SDAGE, ces diagnostics intègreront :

- les enjeux humains, économiques et environnementaux ;
- la prise en compte des risques liés aux impacts du changement climatique, notamment la modification du régime hydrologique, l'élévation du niveau de la mer, l'augmentation de la fréquence et/ou de l'intensité des événements extrêmes, tels que définis en particulier dans les modélisations élaborées par le Groupe Intergouvernemental. d'experts sur l'Évolution du Climat (GIEC) ;
- la définition d'un programme cohérent d'actions de réduction de la vulnérabilité à la parcelle, parmi elles :
  - les actions préventives structurelles, pour la mise en sécurité de manière définitive d'une partie des enjeux ;
  - les actions préventives organisationnelles, pour préparer la gestion de crise ;
  - les actions à réaliser pendant la montée des eaux, pour limiter les impacts des inondations ;
  - les actions à réaliser après la crue, pour faciliter le retour à la normale.

Il convient de noter que la vulnérabilité d'un site au risque inondation par les crues n'est pas uniquement liée aux débordements directs de celle-ci par-dessus les berges, mais également :

- aux remontées de nappe et aux refoulements des réseaux d'assainissement, qui touchent généralement les sites situés dans le lit majeur avant même que la Marne ne sorte de son lit,
- à la vulnérabilité des services extérieurs (en particulier des fournisseurs d'énergie et des réseaux de transport) dont son fonctionnement dépend.

4.3.2.3. Éviter ou réduire la vulnérabilité des aménagements aux inondations

En cas de phénomène d'inondation, chaque émergence constitue un point potentiel d'entrée d'eau dans le système de transport du Grand Paris.

La principale mesure de réduction du risque inondation est de réduire la vulnérabilité des futurs aménagements. Pour ce faire, dans la mesure du possible, les ouvertures des ouvrages situés en zone inondable sont surélevées pour être hors d'eau. Cette démarche nécessite alors de compenser ces émergences. Cependant en fonction de la configuration urbaine et topographique locale, la mise en œuvre de cette mesure peut s'avérer difficile ou augmenter fortement les impacts liés aux volumes et surfaces pris à la crue.

L'alternative à cette mesure est la mise en place de procédures d'obstruction des ouvertures des émergences sur le principe de celles existant actuellement à la RATP. Cette mesure de réduction est retenue vis-à-vis des crues supérieures à la crue de référence centennale conformément à la stratégie inondation mise en place par la Société du Grand Paris.

Par ailleurs, la conception de l'ensemble des ouvrages souterrains prend en compte les pressions hydrostatiques liées à une crue centennale.

4.3.2.4. Réduire l'impact des aménagements sur les crues

Un important travail d'optimisation a été réalisé en phase de conception afin de réduire l'impact des aménagements sur les crues.

Bien que le projet de gare à Chelles et des différents ouvrages annexes associés aient une incidence négligeable sur la ligne d'eau et les vitesses d'écoulement d'une crue centennale, le projet vise à compenser les volumes de remblais et bâtiments étanches en phase exploitation.

Un bilan systématique des volumes soustraits à la crue a été réalisé. Des mesures compensatoires ont été trouvées afin de compenser ces volumes soustraits avec parmi les principales mesures :

- La suppression de bâtiments existants qui permet de restituer un espace de crue ;
- Le décaissement du terrain naturel.

L'ensemble des mesures est détaillé dans l'analyse détaillée ouvrage par ouvrage (voir chapitre suivant).

4.3.2.5. Gestion des crues lors de la phase chantier

La Marne est un cours d'eau lent, dont les crues principales s'étalent de novembre à avril. Les caractéristiques hydrométriques de la Marne, notamment les hauteurs et les débits, sont surveillées en permanence par le Service de Prévision des Crues « Seine Moyenne Yonne Loing » (DRIEE). L'objectif de prévision du service de prévisions de crue pour la station de Gournay est compris entre 12h et 48h (source : Règlement d'information sur les crues), ce qui permet de mettre en place les mesures de protection adaptées.

Une des mesures de réduction consistera donc à suivre le réseau d'alerte pour les crues de la Marne (site : www.vigicrues.gouv.fr).

En phase travaux, les entreprises adjudicataires des travaux présenteront une **procédure d'alerte à la crue** et un **plan d'intervention** associé pour chaque zone travaux située en zone inondable. Elles devront prévoir des dispositifs de protection du chantier en ce qui concerne le personnel, les matériaux et les ouvrages en cours de construction jusqu'à ce niveau de crue. De même, les entreprises présenteront une **procédure de reprise de chantier et de remise en état** après la survenue de la crue.

L'organisation du chantier prend en compte le risque d'inondation par crue débordante et prévoit que le matériel susceptible de faire obstacle à l'écoulement des eaux soit démonté et transporté hors d'atteinte de la crue. Il est entendu également que les aires de triages et de stockages temporaires doivent être réalisées hors du lit majeur de la Marne ou évacuables dans un délai compatible avec l'organisation du chantier en cas de crue. La surveillance des crues de la Marne est présentée au chapitre V « Moyens de surveillance et d'intervention »du volet B de la présente étude.

4.3.3. Analyse détaillée des impacts et mesures associées par ouvrage

Les paragraphes ci-dessous détaillent les impacts du projet ouvrage par ouvrage en termes de modification de hauteur d'eau et de vitesse, pour la crue centennale (débit de la crue de 1910) en phase travaux et en phase exploitation sur la base des calculs issus de la modélisation. La compensation en phase exploitation est abordée de façon globale, certains volumes soustraits à la crue ne pouvant pas être compensés au droit des ouvrages concernés. Le chapitre suivant (4.3.4) aborde spécifiquement le sujet de la compensation par tranches altimétriques en phase travaux et en phase exploitation.

4.3.3.1. OA 0702P

Conformité de l'ouvrage au PPRI 93 « La Marne »

Les prescriptions réglementaires liées à la construction de l'ouvrage dans la zone concernées du PPRI sont détaillées dans le chapitre Etat Initial. Elles sont rappelées ci-après.

Article 2 : « *Afin de conserver les volumes de stockage de l'eau, les remblais (lorsqu'ils sont autorisés) doivent être compensés par un volume de déblai au moins égal, soustrait du terrain naturel au-dessus du niveau de la nappe alluviale et situés sur la même parcelle (en zone inondable), à l'exception des remblais mis en œuvre dans le cadre d'opérations d'aménagement pour lesquels l'équilibre déblai / remblai doit être respecté à l'échelle de l'opération et non de la parcelle. Pour le calcul des volumes déblais / remblais, seules les surfaces inondables par débordement et situées sous les PHEC sont prises en compte. Les volumes de parkings et sous-sols inondables sont acceptés et pris en compte dans la compensation. La stabilité du remblai doit être assurée en cas de crue. Les volumes étanchés (volumes étanches ou volumes non submersibles à partir de la cote du terrain naturel) susceptibles d'être autorisés dans cette zone doivent être compensés au même titre que les remblais* ».

Le sous chapitre 1.4 de l'article 1 définit les **mesures compensatoires** par : « *Dans le cadre d'un projet, les mesures compensatoires visent à rendre nul l'impact sur la vitesse d'écoulement, la cote de la ligne d'eau et la capacité de stockage des eaux de crues (crue 1910)* ».

Les chapitres ci-après détaillent les impacts de l'ouvrage sur la zone inondable et les principales mesures pour assurer la conformité de l'ouvrage au PPRI 93 « La Marne » en phase travaux et exploitation.

Mesures prises en compte en conception

L'ouvrage annexe 0702P se situe en rive gauche de la Marne.

L'ensemble des émergences de l'ouvrage sont positionnées 20 cm au-dessus des PHEC conformément à la stratégie inondation de la Société du Grand Paris. En conséquent, l'ouvrage est protégé vis-à-vis du risque d'inondation.

Impacts et mesures en phase travaux

- **Impacts**

Les travaux consistent essentiellement en la réalisation de soutènements et de déblais permettant la création des puits d'accès au souterrain. L'emprise du projet en phase travaux correspond aux dimensions des parois moulées formant l'accès au souterrain.

En cas de crue fortement débordante, ces puits seront protégés par des batardeaux afin d'empêcher l'inondation des souterrains. Ceci représente ainsi des surfaces et volumes soustraits au champ d'expansion de crue. Le tableau ci-après donne les impacts sur les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement pour la configuration travaux et pour une crue centennale.

	Cote TN (mNGF)	Hauteur de submersion (m)	Cotes état actuel (mNGF)	Cotes phase travaux (mNGF)	Ecarts (cm)
OA 702P	40.17	-0.008	40.162	40.167	0.5

	Vitesses (m/s)		
	Etat actuel	Phase travaux	Ecarts (m/s)
OA 702P	0.04	0.02	-0.02

Impact du projet sur les niveaux d'eau:

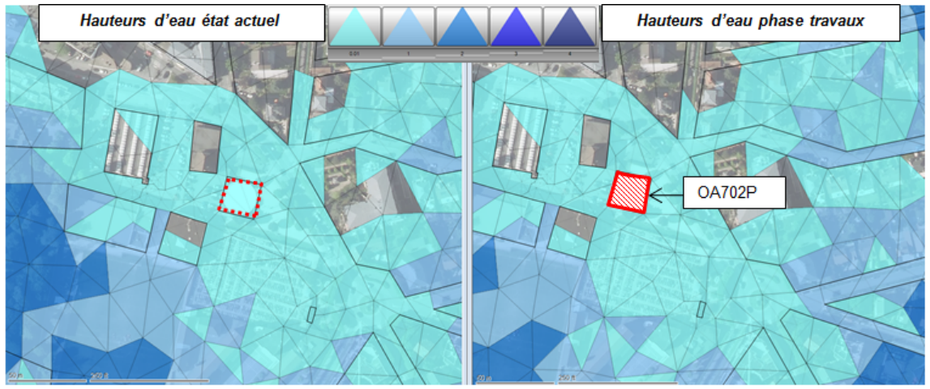
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	1 cm	5 cm	15 cm ++

Impact du projet sur les vitesses:

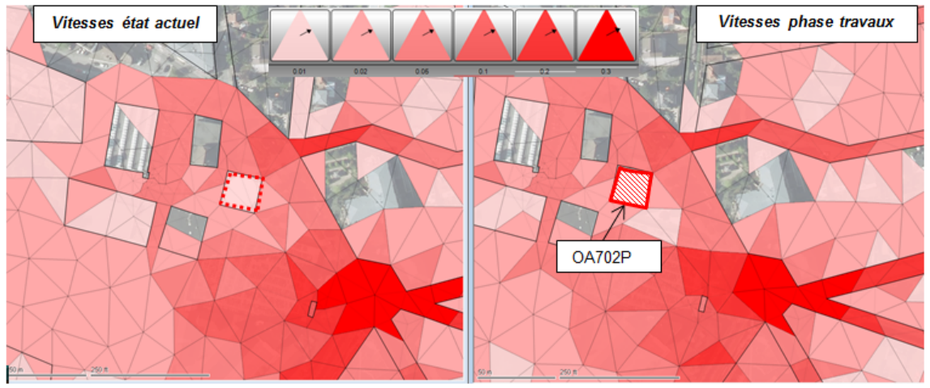
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	0.1 m/s	0.25 m/s	0.5 m/s ++

Écarts de vitesse et de hauteur d'eau pour la crue centennale en phase travaux.

Les écarts entre état actuel et état projet au droit de l'ouvrage annexe sont **négligeables** pour la crue centennale (écarts inférieurs à 1 cm et à 0.1 m/s).



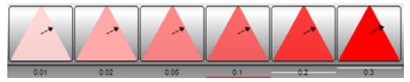
OA 0702P – Hauteurs d'eau état actuel / phase travaux – Crue centennale (Egis)



OA 0702P – Vitesses état actuel / phase travaux – Crue centennale (Egis)

légende hauteurs d'eau en mètre

0.01 1 2 3 4



légende vitesses en mètre/s

0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.3

- **Mesures**

En cas d'alerte crue, le stockage tampon des déblais sera évacué hors zone inondable. De plus des moyens de surveillance et d'interventions seront mis en place (cf chapitre III « Moyens de surveillance et d'intervention » du volet F de la présente étude).

Impacts et mesures en phase exploitation

- **Impacts**

Les éléments de projet en phase exploitation présentent des surfaces similaires à celles considérées en phase travaux.

Au droit de l'ouvrage, pour la crue centennale, les hauteurs de submersion atteignent 1,2 cm et les vitesses d'écoulement sont extrêmement faibles (inférieures à 0,02 m/s).

	Cote TN (mNGF)	Hauteur de submersion (m)	Cotes état actuel (mNGF)	Cotes état projet (mNGF)	Ecarts (cm)
OA 702P	40.17	0.012	40.182	40.184	0.2

	Vitesses (m/s)		
	Etat actuel	Etat projet	Ecarts (m/s)
OA 702P	0.017	0.014	-0.003

Impact du projet sur les niveaux d'eau:

	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	1 cm	5 cm	15 cm ++

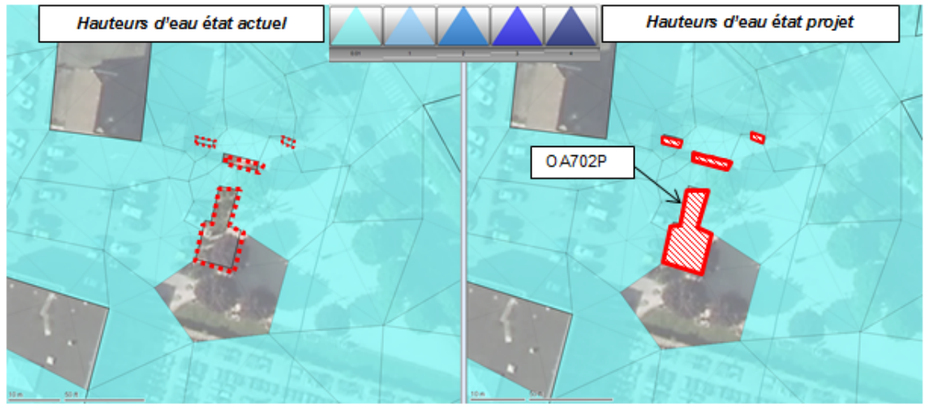
Impact du projet sur les vitesses:

	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	0.1 m/s	0.25 m/s	0.5 m/s ++

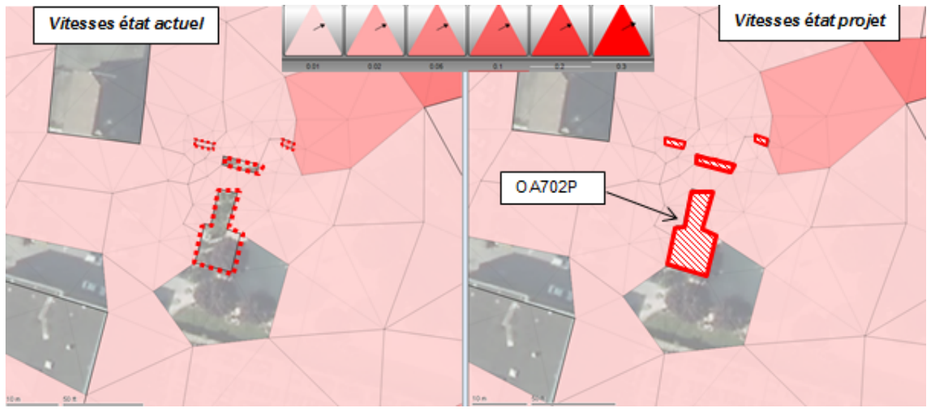
Écarts de vitesse et de hauteur d'eau pour la crue centennale

Les écarts entre état actuel et état projet au droit de l'ouvrage annexe sont **négligeables** pour la crue centennale (écarts inférieurs à 1 cm pour la hauteur d'eau et à 0,1 m/s pour la vitesse).

Au droit du lit mineur, les impacts de l'ouvrage sont **négligeables** compte tenu des écarts très faibles au droit de l'ouvrage et de la distance de l'ouvrage à la Marne.



OA 0702P – Hauteurs d'eau état actuel projet / état projet – Crue centennale (Egis)



OA 0702P – Vitesses état actuel / état projet – Crue centennale (Egis)

légende hauteurs d'eau en mètre

0.01 1 2 3 4

légende vitesses en mètre/s

0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.3

Mesures de compensation

À noter qu'il existe un écart important entre la côte des PHEC et la côte d'inondation issue de la modélisation pour la crue centennale. La côte des PHEC est prise en compte pour le calcul de la compensation.

OA 0702P – Absence de bâtiments détruits (Egis)

Le PPRI 93 « La Marne » prescrit un impact nul sur la capacité de stockage des eaux vis-à-vis de la crue centennale. Le tableau ci-après détaille le bilan des volumes soustraits à la crue en lit majeur.

	Surface	Volume
Aménagements de surface	250 m²	65 m³
Volume soustrait en lit majeur		**65 m³**

En conclusion, le **volume soustrait à la crue en lit majeur est de 65 m³**. Ce volume n'est pas compensé au droit de l'ouvrage mais rentre dans le bilan de compensation global de l'ensemble des ouvrages situés dans le lit majeur de la Marne (voir chapitre 4.3.3.6 « Synthèse des impacts et mesures pour l'ensemble des ouvrages » ci-avant)

Synthèse des impacts et mesures associées

Les deux tableaux ci-après présentent la synthèse des éléments abordés dans le présent chapitre en distinguant la phase travaux et la phase exploitation.

Phase travaux	Aléa	L'emprise travaux est légèrement inondable avec une hauteur d'eau maximale de l'ordre de 1,2 cm selon la modélisation pour une crue centennale. Elle est située dans la zone réglementaire « autres aléas » pour des hauteurs d'eau maximales inférieures à 1 m.
	PPRI concerné (zone(s) concernée(s))	Zone verte « centre urbain » du PPRI 93 « La Marne » applicable au département de la Seine-Saint-Denis.
	Impacts en lit mineur	L'impact sur le niveau d'eau et sur les vitesses est négligeable au droit de l'ouvrage annexe jusqu'à la crue centennale.
	Impacts en lit majeur	Il n'y a pas d'impact significatif sur les niveaux d'eau et les vitesses jusqu'à la crue centennale.
	Mesure(s)	Le stockage tampon des déblais sera évacué en cas d'alerte crue.

Phase exploitation	Aléa	L'emprise exploitation est légèrement inondable avec une hauteur d'eau maximale de l'ordre de 1,2cm selon la modélisation pour une crue centennale. Elle est située dans la zone réglementaire « autres aléas » pour des hauteurs d'eau maximales inférieures à 1 m.
	PPRI concerné (zone(s) concernée(s))	Zone verte « centre urbain » du PPRI 93 « La Marne » applicable au département de la Seine Saint Denis.
	Impacts en lit mineur	L'impact sur le niveau d'eau et sur les vitesses est négligeable au droit de l'ouvrage annexe jusqu'à la crue centennale.
	Impacts en lit majeur	Il n'y a pas d'impact significatif sur les niveaux d'eau et les vitesses jusqu'à la crue centennale; Le volume soustrait à la crue est de 65 m^3
	Mesure(s) compensatoire(s)	Ce volume n'est pas compensé au droit de l'ouvrage mais est pris en compte dans le bilan de compensation global

4.3.3.2. OA 0701P

Conformité de l'ouvrage au PSS

Le PSS de la vallée de la Marne à Chelles indique, pour les ouvrages réalisés dans la zone B, la nécessité de mise en œuvre de mesures compensatoires. À défaut de précision sur les mesures compensatoires à mettre en œuvre, les contraintes applicables pour les zones soumises au PPRI 93 « La Marne » sont prises en référence.

Les contraintes applicables dans toutes les zones sont rappelées ci-après.

Article 2 :

« Afin de conserver les volumes de stockage de l'eau, les remblais (lorsqu'ils sont autorisés) doivent être compensés par un volume de déblai au moins égal, soustrait du terrain naturel au-dessus du niveau de la nappe alluviale et situés sur la même parcelle (en zone inondable), à l'exception des remblais mis en œuvre dans le cadre d'opérations d'aménagement pour lesquels l'équilibre déblai / remblai doit être respecté à l'échelle de l'opération et non de la parcelle. Pour le calcul des volumes déblais / remblais, seules les surfaces inondables par débordement et situées sous les PHEC sont prises en compte. Les volumes de parkings et sous-sols inondables sont acceptés et pris en compte dans la compensation. La stabilité du remblai doit être assurée en cas de crue. Les volumes étanchés (volumes étanches ou volumes non submersibles à partir de la cote du terrain naturel) susceptibles d'être autorisés dans cette zone doivent être compensés au même titre que les remblais ».

Le sous chapitre 1.4 de l'article 1 définit les **mesures compensatoires** par :

« Dans le cadre d'un projet, les mesures compensatoires visent à rendre nul l'impact sur la vitesse d'écoulement, la cote de la ligne d'eau et la capacité de stockage des eaux de crues (crue 1910). »

Les chapitres ci-après détaillent les impacts de l'ouvrage sur la zone inondable et les principales mesures prises pour assurer la conformité de l'ouvrage à ces contraintes.

Mesures prises en compte en conception

L'ouvrage annexe 0701P se situe en rive droite de la Marne, juste derrière les digues du canal latéral à la Marne.

L'ensemble des émergences de l'ouvrage sont positionnées 20 cm au-dessus des PHEC conformément à la stratégie inondation de la Société du Grand Paris. En conséquent, l'ouvrage est protégé vis-à-vis du risque d'inondation.

Impacts et mesures en phase travaux

Impacts

Les travaux consistent essentiellement en la réalisation de soutènements et de déblais permettant la création des puits d'accès au souterrain. En cas de crue fortement débordante, ces puits seront protégés par des batardeaux afin d'empêcher l'inondation des souterrains, et représentent ainsi des surfaces et volumes soustraits au champ d'expansion de crue.

L'emprise du projet en phase travaux correspond aux dimensions des parois moulées formant l'accès au souterrain.

Le tableau ci-après donne les impacts sur les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement pour la configuration travaux et pour une crue centennale.

	Cote TN (mNGF)	Hauteur de submersion (m)	Cotes état actuel (mNGF)	Cotes phase travaux (mNGF)	Ecarts (cm)
OA 701P	38.90	1.57	40.47	40.477	0.7

	Vitesses (m/s)		
	Etat actuel	Phase travaux	Ecarts (m/s)
OA 701P	0.088	0.081	-0.007

Impact du projet sur les niveaux d'eau:

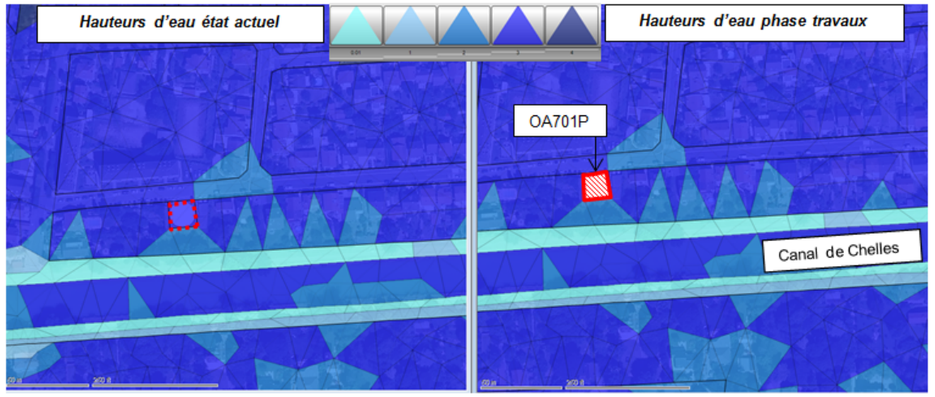
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort	
écarts:	0	1 cm	5 cm	15 cm	++

Impact du projet sur les vitesses:

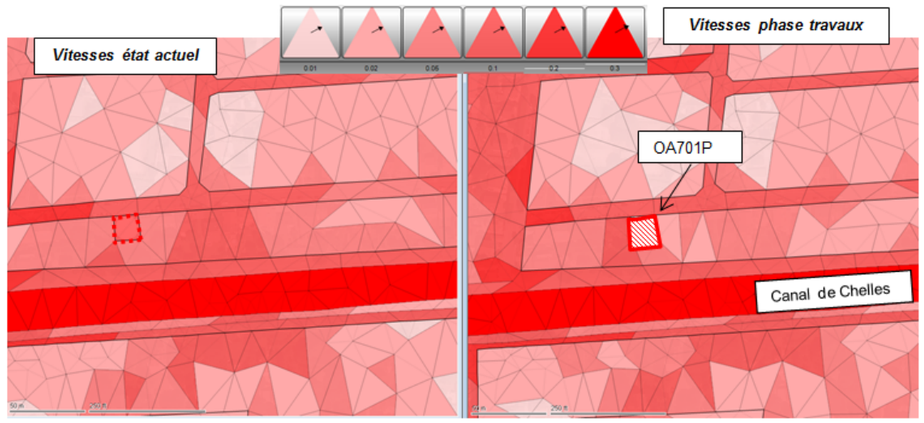
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort	
écarts:	0	0.1 m/s	0.25 m/s	0.5 m/s	++

Écarts de vitesse et de hauteur d'eau pour la crue centennale en phase travaux.

Les écarts entre état actuel et état projet au droit de l'ouvrage annexe sont **négligeables** pour la crue centennale (écarts inférieurs à 1 cm pour la hauteur d'eau et à 0,1 m/s pour la vitesse).



OA 0701P – Hauteurs d'eau état actuel / phase travaux – Crue centennale (Egis)



OA 0701P – Vitesses état actuel / phase travaux – Crue centennale (Egis)

légende hauteurs d'eau en mètre

0.01 1 2 3 4

légende vitesses en mètre/s

0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.3

Mesures

En cas d'alerte crue, le stockage tampon des déblais sera évacué hors zone inondable. De plus des moyens de surveillance et d'interventions seront mis en place (cf chapitre V « Moyens de surveillance et d'intervention »du volet F de la présente étude).

Impacts et mesures en phase exploitation

Impacts

Les éléments de projet en phase exploitation présentent des surfaces similaires à celles considérées en phase travaux.

Au droit de l'ouvrage, pour la crue centennale, les hauteurs de submersion atteignent 1,58 m. Les vitesses d'écoulement sont faibles (inférieures à 0,1 m/s).

	Cote TN (mNGF)	Hauteur de submersion (m)	Cotes état actuel (mNGF)	Cotes état projet (mNGF)	Ecarts (cm)
OA 701P	38.90	1.58	40.481	40.482	0.1

	Vitesses (m/s)		
	Etat actuel	Etat projet	Ecarts (m/s)
OA 701P	0.089	0.069	-0.02

Impact du projet sur les niveaux d'eau:

	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	1 cm	5 cm	15 cm ++

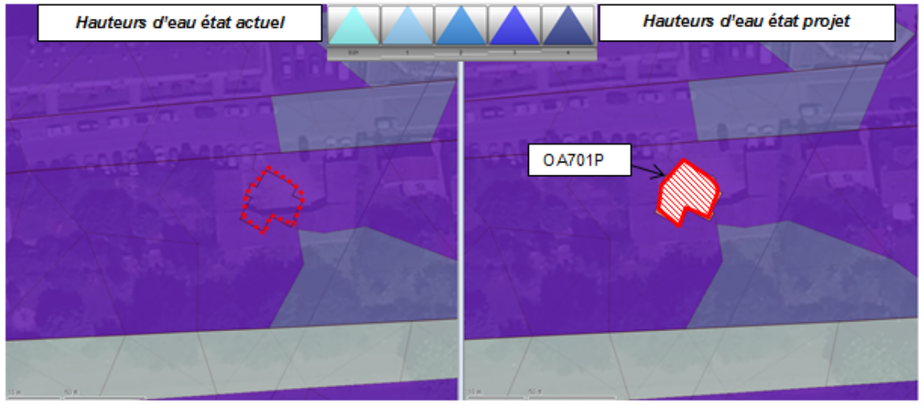
Impact du projet sur les vitesses:

	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	0.1 m/s	0.25 m/s	0.5 m/s ++

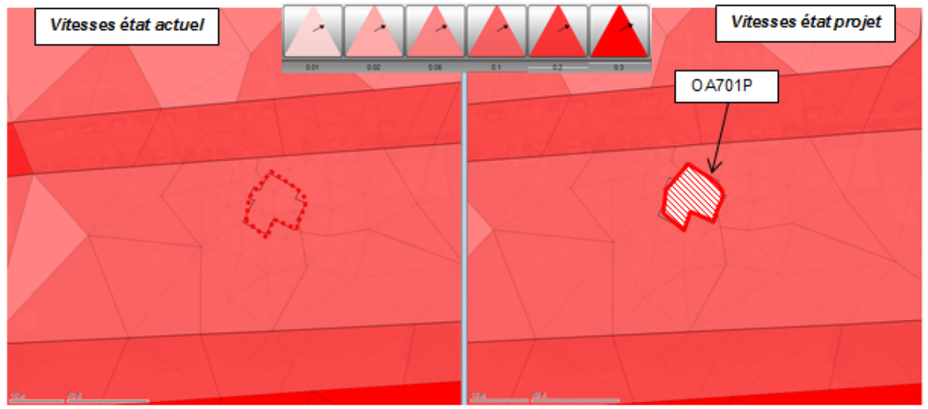
Écarts de vitesse et de hauteur d'eau pour la crue centennale

Les écarts entre état actuel et état projet au droit de l'ouvrage annexe sont **négligeables** pour la crue centennale (écarts inférieurs à 1 cm et à 0,1 m/s).

Au droit du lit mineur, les impacts de l'ouvrage sont **négligeables** compte tenu des écarts très faibles au droit de l'ouvrage.



OA 0701P – Hauteurs d'eau état actuel / état projet – Crue centennale (Egis)



OA 0701P – Vitesses état actuel / état projet – Crue centennale (Egis)

Les écarts entre état actuel et état projet au droit de l'ouvrage annexe sont **négligeables** pour la crue centennale (écarts inférieurs à 1 cm et à 0,1 m/s).

légende hauteurs d'eau en mètre

0.01 1 2 3 4

légende vitesses en mètre/s

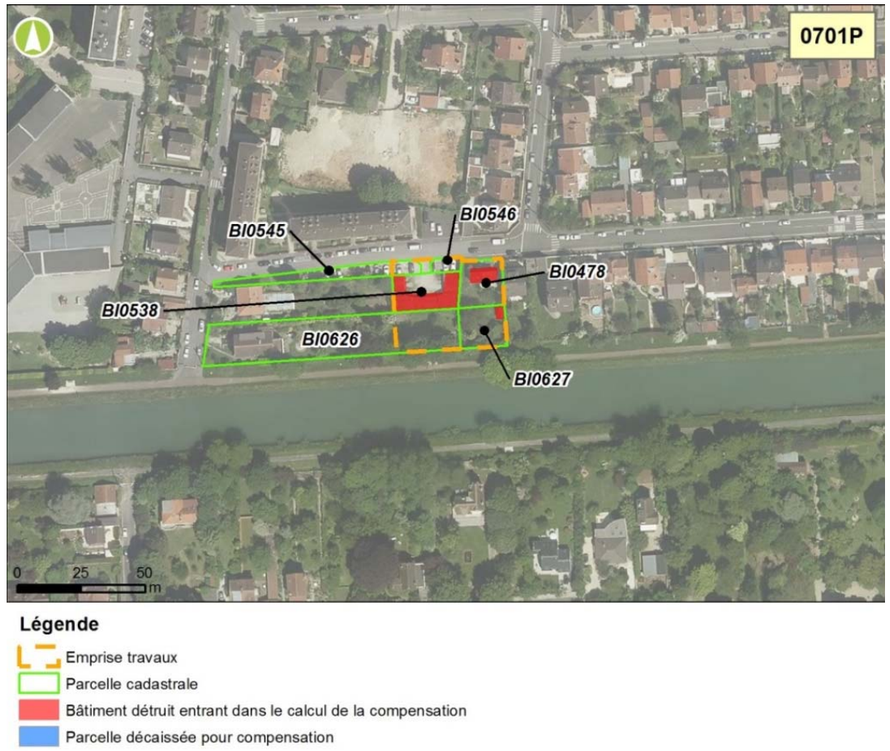
0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.3

Mesures de compensation

Le PSS de la vallée de la Marne prescrit des mesures compensatoires. Par analogie au PPRI 93 « La Marne », il est pris en référence un impact nul sur la capacité de stockage des eaux vis-à-vis de la crue centennale. Le tableau ci-après détaille le bilan des volumes soustraits à la crue en lit majeur.

	Surface	Volume
Aménagements de surface	125 m²	190 m³
Démolition des existants	300 m²	- 456 m³
Volume soustrait en lit majeur		**- 266 m³**

En conclusion, le **volume soustrait à la crue en lit majeur est négatif au droit de l'ouvrage, soit 266 m³ supplémentaire pour l'expansion de la crue.** Ce bilan intègre des volumes rendus à la crue par rapport à la situation actuelle (en vert dans le tableau ci-dessus). Aucune mesure compensatoire complémentaire n'est donc nécessaire, car la démolition des bâtis existants augmente le champ d'expansion de la crue.



OA 0701P – Bâtiments détruits (Egis)

Synthèse des impacts et mesures associées

Les deux tableaux ci-après présentent la synthèse des éléments abordés dans le présent chapitre en distinguant la phase travaux et la phase exploitation.

Phase travaux	Aléa	L'emprise travaux est inondable avec une hauteur d'eau maximale de l'ordre de 1,58 m selon la modélisation pour une crue centennale.
	PPRI concerné (zone(s) concernée(s))	Il n'y a pas de PPRI en vigueur sur la commune de Chelles. À défaut, les emprises chantier se situent en zone B du PSS vallée de la Marne (zone de grand écoulement des crues)
	Impacts en lit mineur	Il n'y a pas d'impact significatif sur les niveaux d'eau et les vitesses jusqu'à la crue centennale.
	Impacts en lit majeur	L'impact sur le niveau d'eau et sur les vitesses est négligeable au droit de l'ouvrage annexe jusqu'à la crue centennale.
	Mesure(s)	Le stockage tampon des déblais sera évacué en cas d'alerte crue.

Phase exploitation	Aléa	L'emprise exploitation est inondable avec une hauteur d'eau maximale de l'ordre de 1,58 m selon la modélisation pour une crue centennale.
	PPRI concerné (zone(s) concernée(s))	Il n'y a pas de PPRI en vigueur sur la commune de Chelles. À défaut, les emprises chantier se situent en zone B du PSS vallée de la Marne (zone de grand écoulement des crues)
	Impacts en lit mineur	Il n'y a pas d'impact significatif sur les niveaux d'eau et les vitesses jusqu'à la crue centennale.
	Impacts en lit majeur	L'impact sur le niveau d'eau et sur les vitesses est négligeable au droit de l'ouvrage annexe jusqu'à la crue centennale. Le volume soustrait à la crue est de 190 m³
	Mesure(s) compensatoire(s)	Démolition d'un volume de bâtiments existants dans les emprises de l'ouvrage à réaliser de 456 m³ pour libérer un volume à la crue de 266 m³.

4.3.3.3. Gare de Chelles

Conformité de l'ouvrage aux réglementations en vigueur

La gare de Chelles est située en dehors des zones d'application du PSS à Chelles. Néanmoins, compte tenu des résultats de la modélisation hydraulique et des incertitudes sur le contenu du PPRI en cours de rédaction pour la zone, les contraintes applicables pour les zones soumises au PPRI de la Marne en Seine-Saint-Denis sont prises en référence.

Les contraintes applicables dans toutes les zones du PPRI sont rappelées ci-après.

Article 2 :

« *Afin de conserver les volumes de stockage de l'eau, les remblais (lorsqu'ils sont autorisés) doivent être compensés par un volume de déblai au moins égal, soustrait du terrain naturel au-dessus du niveau de la nappe alluviale et situés sur la même parcelle (en zone inondable), à l'exception des remblais mis en œuvre dans le cadre d'opérations d'aménagement pour lesquels l'équilibre déblai / remblai doit être respecté à l'échelle de l'opération et non de la parcelle. Pour le calcul des volumes déblais / remblais, seules les surfaces inondables par débordement et situées sous les PHEC sont prises en compte. Les volumes de parkings et sous-sols inondables sont acceptés et pris en compte dans la compensation. La stabilité du remblai doit être assurée en cas de crue. Les volumes étanchés (volumes étanches ou volumes non submersibles à partir de la cote du terrain naturel) susceptibles d'être autorisés dans cette zone doivent être compensés au même titre que les remblais* ».

Le sous chapitre 1.4 de l'article 1 définit les **mesures compensatoires** par :

« *Dans le cadre d'un projet, les mesures compensatoires visent à rendre nul l'impact sur la vitesse d'écoulement, la cote de la ligne d'eau et la capacité de stockage des eaux de crues (crue 1910).* »

Les chapitres ci-après détaillent les impacts de l'ouvrage sur la zone inondable et les principales mesures prises pour assurer la conformité de l'ouvrage à ces contraintes.

Mesures prises en compte en conception

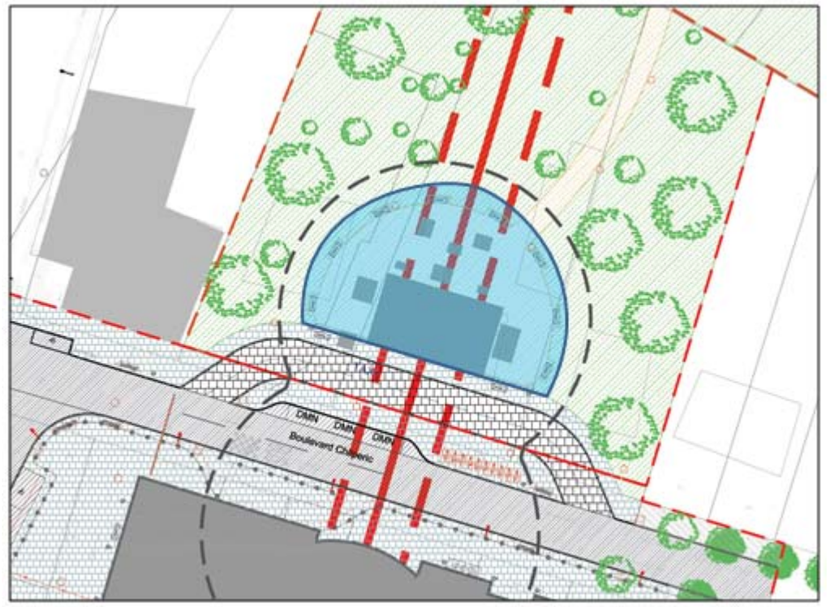
La gare de Chelles est située au nord du remblai ferroviaire, dans une zone inondable mais de faible écoulement.

Des mesures de protection du bâtiment vis-à-vis des inondations sont mises en œuvre. Ces mesures de protection basées sur la stratégie inondation de SGP vont au-delà des prescriptions du PPRI en imposant :

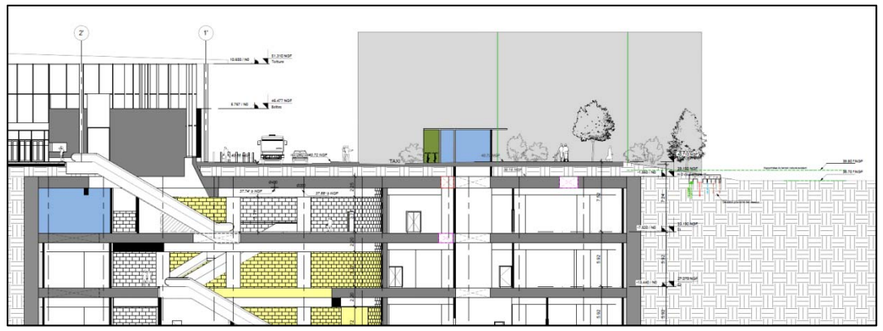
- **Un niveau de protection permanente** vis-à-vis d'une crue centennale + 20 cm (40.71NGF). Le plancher du bâtiment voyageur est rehaussé à la cote 40.71NGF, afin d'assurer une protection permanente de celui-ci. Ce rehaussement est réalisé au moyen d'une pente à 0,5% depuis le niveau du boulevard Chilpéric. Les zones en bleu ci-dessous sont les zones du bâtiment voyageur situées au-dessus du niveau de protection permanente. Les locaux situés dans le bâtiment voyageur et au-dessous de la côte 40.71NGF sont des locaux commerciaux ou non stratégiques vis-à-vis de l'exploitation de la gare (local vélo, …). La trémie de liaison avec les niveaux inférieurs de la gare est située au-dessus du niveau 40.71NGF.

Gare de Chelles - Vue en plan du bâtiment voyageur – zone au-dessus du niveau de protection permanente (Egis)

De la même façon, un rehaussement du terrain est réalisé sur les parcelles au nord du boulevard Chilpéric afin de positionner les émergences techniques (grilles de ventilation et de prise d'air, trémies de manutention, …) au-dessus du niveau de protection permanente.



Gare de Chelles – Vue en plan des parcelles au nord du bâtiment voyageur – zone au-dessus du niveau de protection permanente (Egis)



Gare de Chelles – coupe longitudinale de la gare – de gauche à droite, bâtiment voyageur, boulevard Chilpéric, locaux et émergences techniques sur parcelles Nord, volume de compensation (Egis)

- **Un niveau de protection exceptionnel** vis-à-vis d'une crue extrême type EA 2012 R1.15 (40.8NGF)
  Le niveau de protection exceptionnel est réalisé par la mise en place de batardeaux amovibles en cas d'alerte de crue. Ces protections sont stockées dans un local dédié de la gare.

Impacts et mesures en phase travaux

Impacts

Les travaux consistent essentiellement en la réalisation de soutènements et de déblais permettant la création de la boîte gare. En cas de crue fortement débordante, ces éléments seront protégés par des batardeaux afin d'empêcher l'inondation des souterrains, et représentent ainsi des surfaces et volumes soustraits au champ d'expansion de crue.

L'emprise du projet en phase travaux correspond aux dimensions de la boîte gare.

Le tableau ci-après donne les impacts sur les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement pour la configuration travaux et pour une crue centennale.

	Cote TN (mNGF)	Hauteur de submersion (m)	Cotes (mNGF) Etat actuel	Cotes (mNGF) Phase travaux	Ecarts (cm)
Gare de Chelles	39.32	1.14	40.455	40.456	0.1

	Vitesses (m/s) Etat actuel	Vitesses (m/s) Phase travaux	Ecarts (m/s)
Gare de Chelles	0.050	0.040	-0.01

Impact du projet sur les niveaux d'eau:

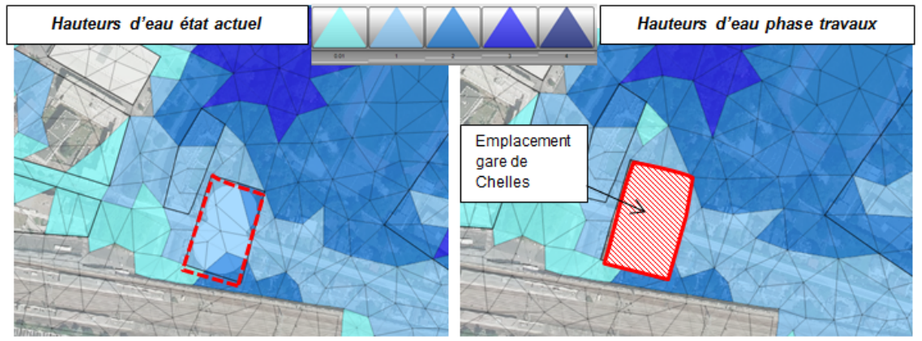
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	1 cm	5 cm	15 cm ++

Impact du projet sur les vitesses:

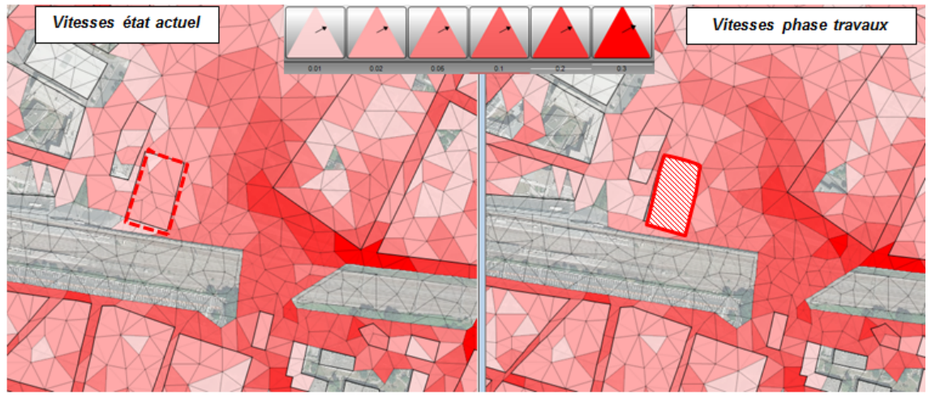
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	0.1 m/s	0.25 m/s	0.5 m/s ++

Écarts de vitesse et de hauteur d'eau pour la crue centennale en phase travaux.

Les écarts entre état actuel et état projet au droit de l'ouvrage sont **négligeables** pour la crue centennale (écarts inférieurs à 1 cm pour la hauteur et à 0,1 m/s pour la vitesse).



Gare de Chelles – Hauteurs d'eau état actuel / phase travaux – Crue centennale (Egis)



Gare de Chelles – Vitesses état actuel / phase travaux – Crue centennale (Egis)

légende hauteurs d'eau en mètre

0.01 1 2 3 4

légende vitesses en mètre/s

0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.3

Mesures

En cas d'alerte crue, le stockage tampon des déblais sera évacué hors zone inondable. De plus des moyens de surveillance et d'interventions seront mis en place (cf chapitre V « Moyens de surveillance et d'intervention » du volet F de la présente étude).

Impacts et mesures en phase exploitation

Impacts

Les éléments de projet en phase exploitation présentent des surfaces similaires à celles considérées en phase travaux.

Au droit de l'ouvrage, pour la crue centennale, les hauteurs de submersion atteignent 1,14 m au maximum.

Les écarts entre état actuel et état projet au droit de la gare de Chelles sont **non significatifs** pour la crue centennale (écarts inférieurs à 1 cm).

Le projet de gare ainsi que la surélévation du boulevard Chilpéric ont tendance à provoquer une accélération des écoulements le long de cet axe de circulation. Les écarts de vitesse constatés sont très faibles, de l'ordre de 0,02 m/s, et donc **non significatifs** (moins de 0,1 m/s).

	Cote TN (mNGF)	Hauteur de submersion (m)	Cotes (mNGF)		
			Etat actuel	Etat projet	Ecarts (cm)
Gare de Chelles	39.32	1.14	40.455	40.458	0.3
Local technique Nord	39.36	1.10	40.456	40.457	0.1
Boulevard Chilpéric	40.36	0.09	40.455	40.455	0

	Vitesses (m/s)		
	Etat actuel	Etat projet	Ecarts (m/s)
Gare de Chelles	0.022	0.060	0.038
Local technique Nord	0.030	0.029	-0.001
Boulevard Chilpéric	0.060	0.043	-0.017

Impact du projet sur les niveaux d'eau:

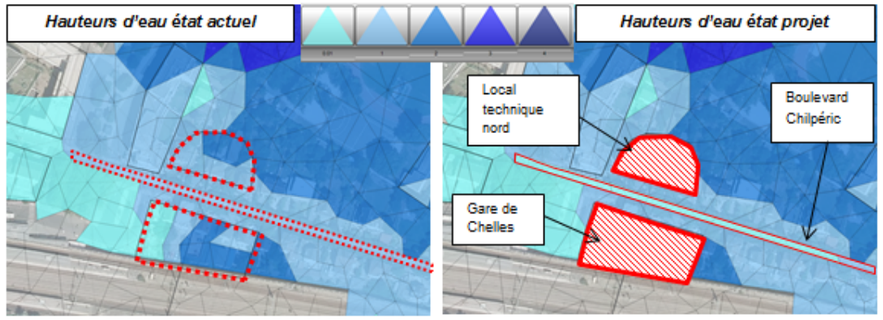
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	1 cm	5 cm	15 cm ++

Impact du projet sur les vitesses:

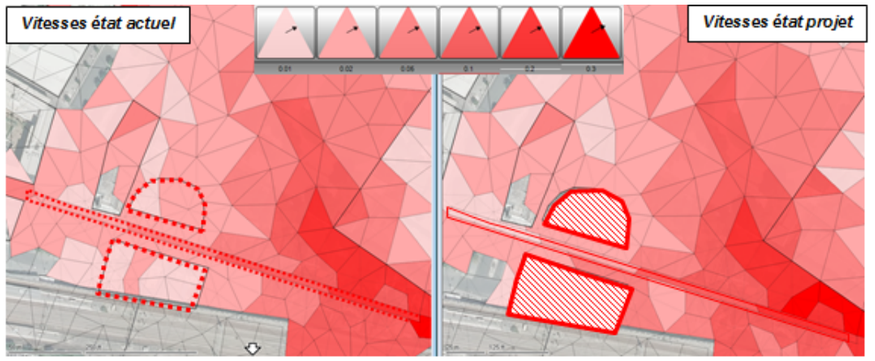
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	0.1 m/s	0.25 m/s	0.5 m/s ++

Écarts de vitesse et de hauteur d'eau pour la crue centennale

Au droit du lit mineur, les impacts de l'ouvrage sont **négligeables** compte tenu des écarts très faibles au droit de l'ouvrage et de la distance de celui-ci à la Marne.



Gare de Chelles – Hauteurs d'eau état actuel / état projet – Crue centennale (Egis)



Gare de Chelles – Vitesses état actuel / état projet – Crue centennale (Egis)

légende hauteurs d'eau en mètre

0.01 1 2 3 4

légende vitesses en mètre/s

0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.3

Mesures de compensation

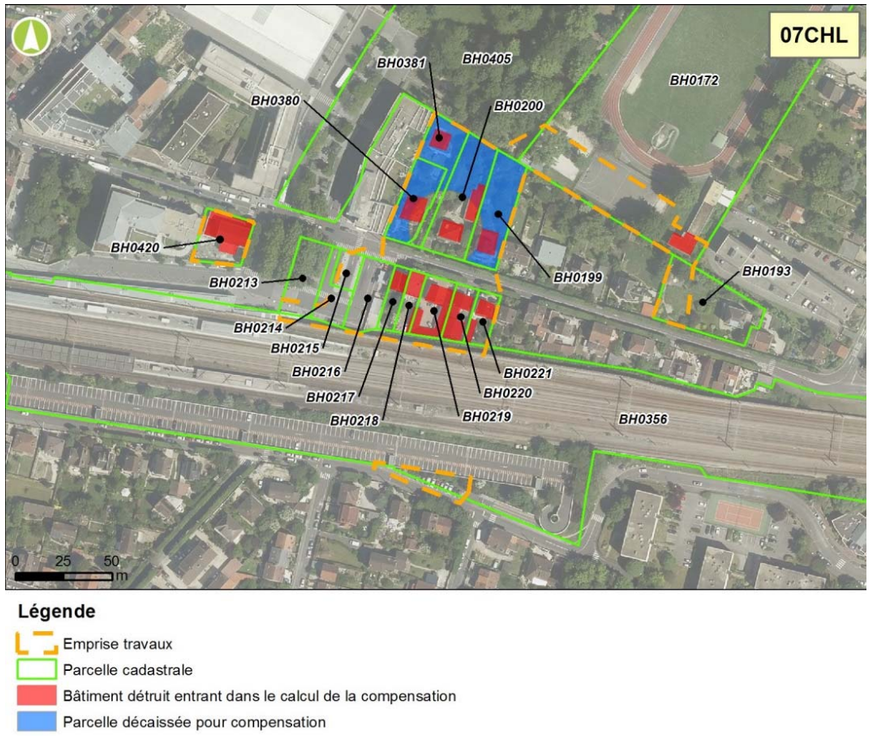
Par analogie au PPRI 93 « La Marne », il est pris en référence un impact nul sur la capacité de stockage des eaux vis-à-vis de la crue centennale. Le tableau ci-après détaille le bilan des volumes soustraits à la crue en lit majeur.

	Surface	Volume
Bâtiment voyageur en émergence	2 187 m²	1 334 m³
Locaux Techniques Nord	1 172 m²	475 m³
Galerie des transports SNCF	226 m²	25 m³
Aménagement du parvis de la gare	525 m²	147 m³
Aménagement du boulevard Chilpéric	1 492 m²	495 m³
Total des volumes soustraits à la crue		**2 476 m³**
Démolition des existants	1 476 m²	-1 052 m³
Création du Passage Souterrain SNCF n°3	313 m²	-140 m³
Compensation sur la parcelle Nord (niveau bas 38,70 NGF)	2 287 m²	- 711 m³
Compensation sur cheminement piéton par remblai poreux*	208 m²	-180 m³
Volume soustrait en lit majeur		**393 m³**

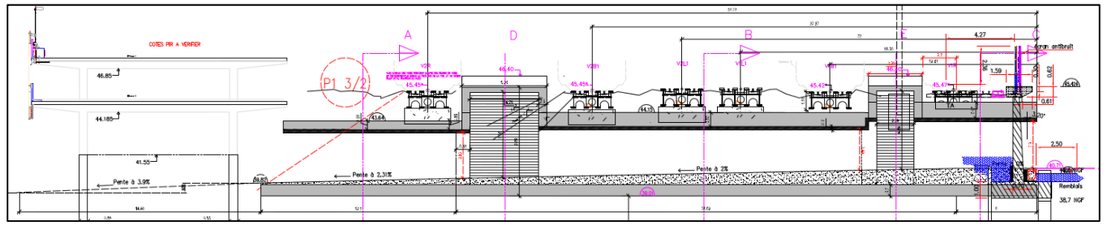
* Remblai réalisé avec un matériau de granulométrie élevée présentant une fraction de vides aptes à stocker de l'eau en cas de crue.

En conclusion, le **volume soustrait à la crue en lit majeur est de 393 m³.** Ce bilan intègre des volumes rendus à la crue par rapport à la situation actuelle (en vert dans le tableau ci-dessus). **Ce volume est compensé au droit de l'ouvrage 0605P**.

Les compensations sont réalisées au moyen de la démolition d'une douzaine de pavillons et immeubles sur les emprises du projet (en rouge figure ci-après), la réalisation de déblais sur les parcelles au nord du boulevard Chilpéric (en bleu figure ci-après), la réalisation d'un cheminement piéton sur remblai poreux, et la réalisation d'un passage souterrain dans le talus SNCF, considéré comme inondable en cas de crue centennale.



Gare de Chelles – bâtiments détruits et zones de compensation (Egis)



Coupe longitudinale sur passage souterrain SNCF (Egis)

Synthèse des impacts et mesures associées

Les deux tableaux ci-après présentent la synthèse des éléments abordés dans le présent chapitre en distinguant la phase travaux et la phase exploitation.

Phase travaux	Aléa	L'emprise travaux est inondable avec une hauteur d'eau variable de 0,1 à 1,1 m suivant la zone considérée pour une crue centennale.
	PPRI concerné (zone(s) concernée(s))	Il n'y a pas de PPRI en vigueur sur la commune de Chelles. Les emprises chantier se situent hors des zones de grands écoulements du PSS vallée de la Marne.
	Impacts en lit mineur	Il n'y a pas d'impact significatif sur les niveaux d'eau et les vitesses jusqu'à la crue centennale.
	Impacts en lit majeur	L'impact sur le niveau d'eau et sur les vitesses est négligeable au droit de la gare jusqu'à la crue centennale.
	Mesure(s)	Le stockage tampon des déblais sera évacué en cas d'alerte crue.

Phase exploitation	Aléa	L'emprise exploitation est inondable avec une hauteur d'eau variable de 0,1 à 1,1m suivant la zone considérée pour une crue centennale.
	PPRI concerné (zone(s) concernée(s))	Il n'y a pas de PPRI en vigueur sur la commune de Chelles. Les emprises chantier se situent hors des zones de grands écoulements du PSS vallée de la Marne.
	Impacts en lit mineur	Il n'y a pas d'impact significatif sur les niveaux d'eau et les vitesses jusqu'à la crue centennale.
	Impacts en lit majeur	L'impact sur le niveau d'eau et sur les vitesses est négligeable au droit de la gare jusqu'à la crue centennale. Le volume des aménagements est de 2 476 m^3.
	Mesure(s) compensatoire(s)	Réalisation d'un décaissé sur les parcelles au nord du boulevard Chilpéric pour libérer un volume à la crue de 711 m^3. Démolition de bâtiments existants dans les emprises de l'ouvrage à réaliser pour libérer un volume à la crue de 1052 m^3. Création du Passage Souterrain SNCF n°3 : 140 m^3 Réalisation du cheminement piéton sur remblai poreux : 180 m^3

4.3.3.4. OA 0605P

Conformité de l'ouvrage aux réglementations en vigueur

L'ouvrage est situé en dehors des zones d'application du PSS à Chelles. Néanmoins, compte tenu des résultats de la modélisation hydraulique et des incertitudes sur le contenu du PPRI en cours de rédaction pour la zone, les contraintes applicables pour les zones soumises au PPRI de la Marne en Seine Saint Denis sont prises en référence.

Les contraintes applicables dans toutes les zones du PPRI sont rappelées ci-après.

Article 2 :

« *Afin de conserver les volumes de stockage de l'eau, les remblais (lorsqu'ils sont autorisés) doivent être compensés par un volume de déblai au moins égal, soustrait du terrain naturel au-dessus du niveau de la nappe alluviale et situés sur la même parcelle (en zone inondable), à l'exception des remblais mis en œuvre dans le cadre d'opérations d'aménagement pour lesquels l'équilibre déblai / remblai doit être respecté à l'échelle de l'opération et non de la parcelle. Pour le calcul des volumes déblais / remblais, seules les surfaces inondables par débordement et situées sous les PHEC sont prises en compte. Les volumes de parkings et sous-sols inondables sont acceptés et pris en compte dans la compensation. La stabilité du remblai doit être assurée en cas de crue. Les volumes étanchés (volumes étanches ou volumes non submersibles à partir de la cote du terrain naturel) susceptibles d'être autorisés dans cette zone doivent être compensés au même titre que les remblais* ».

Le sous chapitre 1.4 de l'article 1 définit les **mesures compensatoires** par :

« *Dans le cadre d'un projet, les mesures compensatoires visent à rendre nul l'impact sur la vitesse d'écoulement, la cote de la ligne d'eau et la capacité de stockage des eaux de crues (crue 1910).* »

Les chapitres ci-après détaillent les principales mesures pour assurer la conformité de l'ouvrage à ces contraintes.

Mesures prises en compte en conception

Cet ouvrage annexe se situe au nord de la zone d'étude, entre la gare de Chelles et l'ouvrage annexe 0604P.

L'ensemble des émergences de l'ouvrage sont positionnées 20 cm au-dessus des PHEC conformément à la stratégie inondation de la Société du Grand Paris. En conséquent, l'ouvrage est protégé vis-à-vis du risque d'inondation.

Impacts et mesures en phase travaux

Impacts

Les travaux consistent essentiellement en la réalisation de soutènements et de déblais permettant la création des puits d'accès au souterrain. En cas de crue fortement débordante, ces puits seront protégés par des batardeaux afin d'empêcher l'inondation des souterrains, et représentent ainsi des surfaces et volumes soustraits au champ d'expansion de crue.

L'emprise du projet en phase travaux correspond aux dimensions des parois moulées formant l'accès au souterrain.

Le tableau ci-après donne les impacts sur les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement pour la configuration travaux et pour une crue centennale.

	Cote TN (mNGF)	Hauteur de submersion (m)	Cotes état actuel (mNGF)	Cotes phase travaux (mNGF)	Ecarts (cm)
OA 605P	39.56	0.40	39.958	39.960	0.2

	Vitesses (m/s)		
	Etat actuel	Phase travaux	Ecarts (m/s)
OA 605P	0.022	0.021	-0.001

Impact du projet sur les niveaux d'eau:

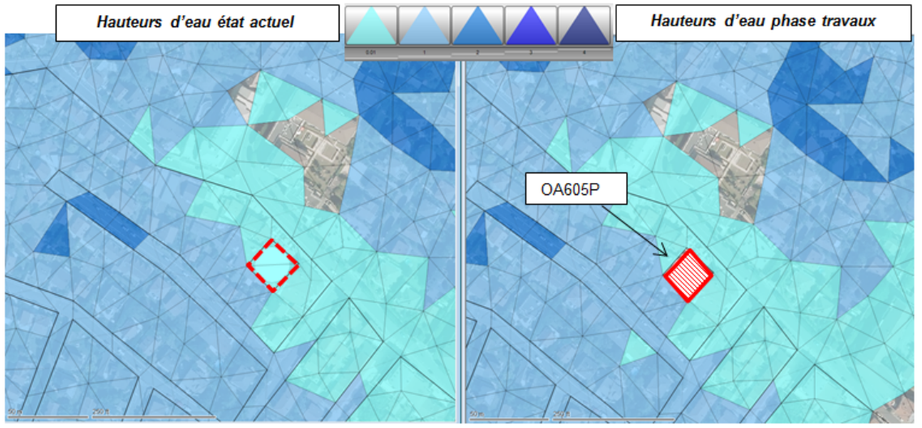
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	1 cm	5 cm	15 cm ++

Impact du projet sur les vitesses:

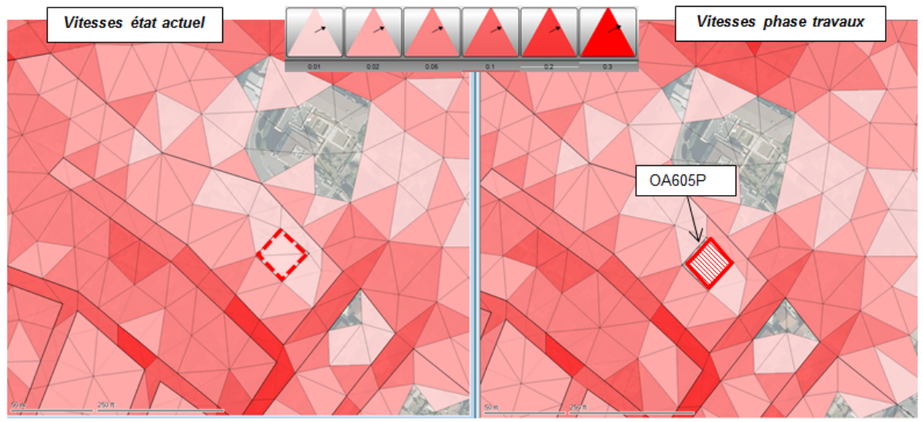
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	0.1 m/s	0.25 m/s	0.5 m/s ++

Écarts de vitesse et de hauteur d'eau pour la crue centennale en phase travaux.

Les écarts entre état actuel et état projet au droit de l'ouvrage annexe sont **négligeables** pour la crue centennale (écarts inférieurs à 1 cm pour la hauteur et à 0,1 m/s pour la vitesse).



OA 0605P – Vitesses état actuel / phase travaux – Crue centennale (Egis)



OA 0605P – Vitesses état actuel / phase travaux – Crue centennale (Egis)

légende hauteurs d'eau en mètre

0.01 1 2 3 4

légende vitesses en mètre/s

0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.3

Mesures

En cas d'alerte crue, le stockage tampon des déblais sera évacué hors zone inondable. De plus des moyens de surveillance et d'interventions seront mis en place (cf chapitre V « Moyens de surveillance et d'intervention » du volet F de la présente étude).

Impacts et mesures en phase exploitation

Impacts

Les éléments de projet en phase exploitation présentent des surfaces similaires à celles considérées en phase travaux.

Au droit de l'ouvrage, les hauteurs de submersion atteignent environ 41 cm.

Les écarts entre état actuel et état projet au droit de l'ouvrage sont **négligeables** pour la crue centennale (écarts inférieurs à 1 cm). Les vitesses d'écoulement sont extrêmement faibles (inférieures à 0,02 m/s). Les écarts de vitesse constatés sont **négligeables** (moins de 0,1 m/s).

	Cote TN (mNGF)	Hauteur de submersion (m)	Cotes état actuel (mNGF)	Cotes état projet (mNGF)	Ecarts (cm)
OA 605P	39.56	0.41	39.975	39.977	0.2

	Vitesses (m/s)		
	Etat actuel	Etat projet	Ecarts (m/s)
OA 605P	0.019	0.017	-0.002

Impact du projet sur les niveaux d'eau:

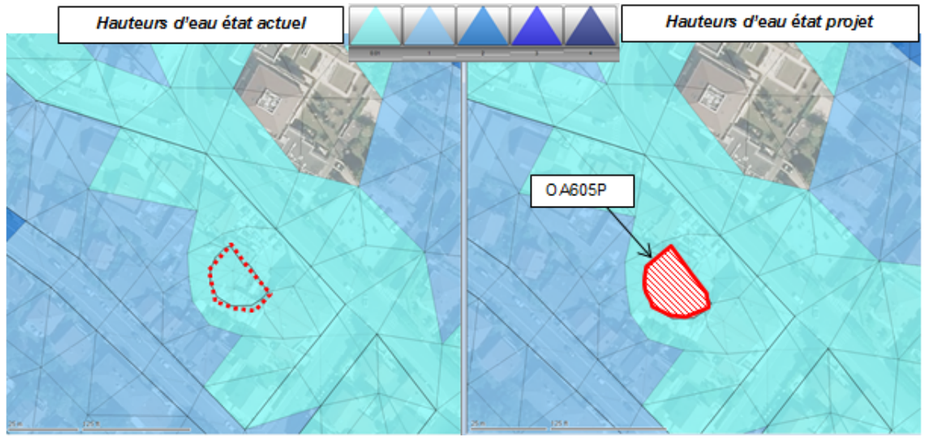
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	1 cm	5 cm	15 cm ++

Impact du projet sur les vitesses:

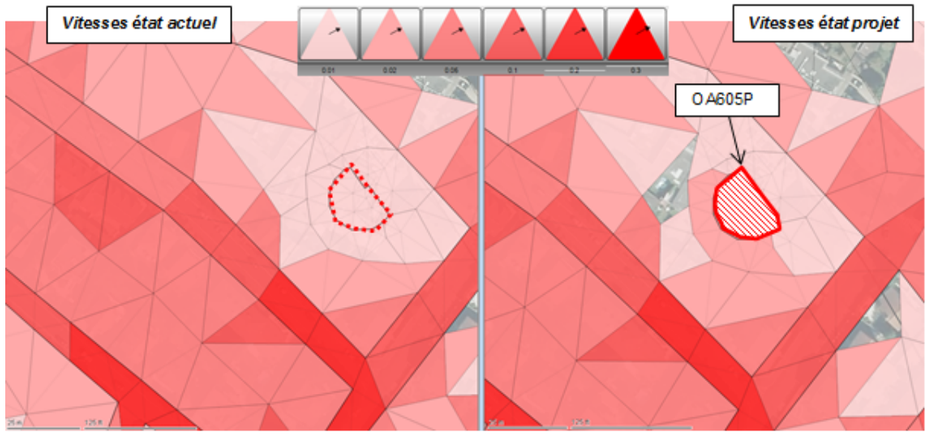
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	0.1 m/s	0.25 m/s	0.5 m/s ++

Écarts de vitesse et de hauteur d'eau pour la crue centennale

Au droit du lit mineur, les impacts de l'ouvrage sont **négligeables** compte tenu des écarts très faibles au droit de l'ouvrage et de la distance de celui-ci à la Marne.



OA 0605P – Hauteurs d'eau état actuel / état projet – Crue centennale (Egis)



OA 0605P – Vitesses état actuel / état projet – Crue centennale (Egis)

légende hauteurs d'eau en mètre

0.01 1 2 3 4

légende vitesses en mètre/s

0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.3

Mesures de compensation

À noter qu'il existe un écart important entre la cote des PHEC et la cote d'inondation issue de la modélisation pour la crue centennale. La cote des PHEC est prise en compte pour le calcul de la compensation.

Par analogie au PPRI 93 « La Marne », il est pris en référence un impact nul sur la capacité de stockage des eaux vis-à-vis de la crue centennale. Le tableau ci-après détaille le bilan des volumes soustraits à la crue en lit majeur.

	Surface	Volume
Aménagement de surface	261 m²	264 m^3
Démolition des existants	580 m²	586 m^3
Volume soustrait en lit majeur		**-322 m^3**

En conclusion, le **volume soustrait à la crue en lit majeur est négatif au droit de l'ouvrage, soit 322 m^3 supplémentaire pour l'expansion de la crue.** Ce bilan intègre des volumes rendus à la crue par rapport à la situation actuelle (en vert dans le tableau ci-dessus). Aucune mesure compensatoire complémentaire n'est donc nécessaire, car la démolition des bâtis existants augmente le champ d'expansion de la crue.

OA 0605P – Bâtiments détruits (Egis)

Synthèse des impacts et mesures associées

Les deux tableaux ci-après présentent la synthèse des éléments abordés dans le présent chapitre en distinguant la phase travaux et la phase exploitation.

Phase travaux	Aléa	L'emprise travaux est inondable avec une hauteur d'eau de 0,4 m selon la modélisation pour une crue centennale.
	PPRI concerné (zone(s) concernée(s))	Il n'y a pas de PPRI en vigueur sur la commune de Chelles. Les emprises chantier se situent hors des zones de grands écoulements du Plan des Surfaces Submersibles.
	Impacts en lit mineur	Il n'y a pas d'impact significatif sur les niveaux d'eau et les vitesses jusqu'à la crue centennale.
	Impacts en lit majeur	L'impact sur le niveau d'eau et sur les vitesses est négligeable au droit de l'ouvrage annexe jusqu'à la crue centennale.
	Mesure(s)	Le stockage tampon des déblais sera évacué en cas d'alerte crue.

Phase exploitation	Aléa	L'emprise exploitation est inondable avec une hauteur d'eau de 0,4m selon la modélisation pour une crue centennale.
	PPRI concerné (zone(s) concernée(s))	Il n'y a pas de PPRI en vigueur sur la commune de Chelles. Les emprises chantier se situent hors des zones de grands écoulements du Plan des Surfaces Submersibles.
	Impacts en lit mineur	Il n'y a pas d'impact significatif sur les niveaux d'eau et les vitesses jusqu'à la crue centennale.
	Impacts en lit majeur	L'impact sur le niveau d'eau et sur les vitesses est négligeable au droit de l'ouvrage annexe jusqu'à la crue centennale. Le volume des aménagements est de 264 m^3
	Mesure(s) compensatoire(s)	Démolition d'un volume de bâtiments existants dans les emprises de l'ouvrage à réaliser de 586 m^{3}pour libérer un volume à la crue de 322 m^3.

4.3.3.5. OA 0604P

Conformité de l'ouvrage aux réglementations en vigueur

L'ouvrage est situé en dehors des zones d'application du PSS à Chelles. Néanmoins, compte tenu des résultats de la modélisation hydraulique et des incertitudes sur le contenu du PPRI en cours de rédaction pour la zone, les contraintes applicables pour les zones soumises au PPRI de la Marne en Seine-Saint-Denis sont prises en référence.

Les contraintes applicables dans toutes les zones du PPRI sont rappelées ci-après.

Article 2 :

« *Afin de conserver les volumes de stockage de l'eau, les remblais (lorsqu'ils sont autorisés) doivent être compensés par un volume de déblai au moins égal, soustrait du terrain naturel au-dessus du niveau de la nappe alluviale et situés sur la même parcelle (en zone inondable), à l'exception des remblais mis en œuvre dans le cadre d'opérations d'aménagement pour lesquels l'équilibre déblai / remblai doit être respecté à l'échelle de l'opération et non de la parcelle. Pour le calcul des volumes déblais / remblais, seules les surfaces inondables par débordement et situées sous les PHEC sont prises en compte. Les volumes de parkings et sous-sols inondables sont acceptés et pris en compte dans la compensation. La stabilité du remblai doit être assurée en cas de crue. Les volumes étanchés (volumes étanches ou volumes non submersibles à partir de la cote du terrain naturel) susceptibles d'être autorisés dans cette zone doivent être compensés au même titre que les remblais* ».

Le sous chapitre 1.4 de l'article 1 définit les **mesures compensatoires** par :

« *Dans le cadre d'un projet, les mesures compensatoires visent à rendre nul l'impact sur la vitesse d'écoulement, la cote de la ligne d'eau et la capacité de stockage des eaux de crues (crue 1910).* »

Les chapitres ci-après détaillent les principales mesures pour assurer la conformité de l'ouvrage à ces contraintes.

Mesures prises en compte en conception

Cet ouvrage annexe se situe au nord de la zone d'étude, en limite de zone inondable.

L'ensemble des émergences de l'ouvrage sont positionnées 20 cm au-dessus des PHEC conformément à la stratégie inondation de la Société du Grand Paris. En conséquent, l'ouvrage est protégé vis-à-vis du risque d'inondation.

Impacts et mesures en phase travaux

- **Impacts**

Les travaux consistent essentiellement en la réalisation de soutènements et de déblais permettant la création des puits d'accès au souterrain. En cas de crue fortement débordante, ces puits seront protégés par des batardeaux afin d'empêcher l'inondation des souterrains, et représentent ainsi des surfaces et volumes soustraits au champ d'expansion de crue.

L'emprise du projet en phase travaux correspond aux dimensions des parois moulées formant l'accès au souterrain.

Le tableau ci-après donne les impacts sur les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement pour la configuration travaux et pour une crue centennale.

	Cote TN (mNGF)	Hauteur de submersion (m)	Cotes état actuel (mNGF)	Cotes phase travaux (mNGF)	Ecarts (cm)
OA 604P	38.85	1.11	39.958	39.960	0.2

	Vitesses (m/s)		
	Etat actuel	Phase travaux	Ecarts (m/s)
OA 604P	0.025	0.022	-0.003

Impact du projet sur les niveaux d'eau:

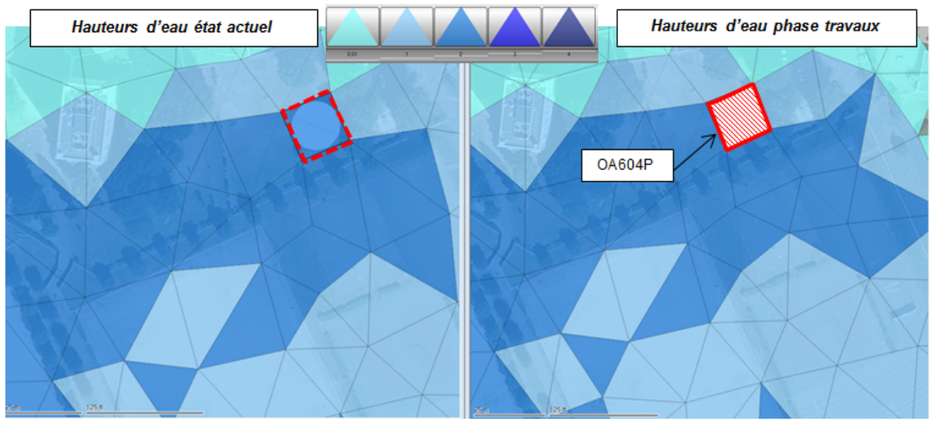
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	1 cm	5 cm	15 cm ++

Impact du projet sur les vitesses:

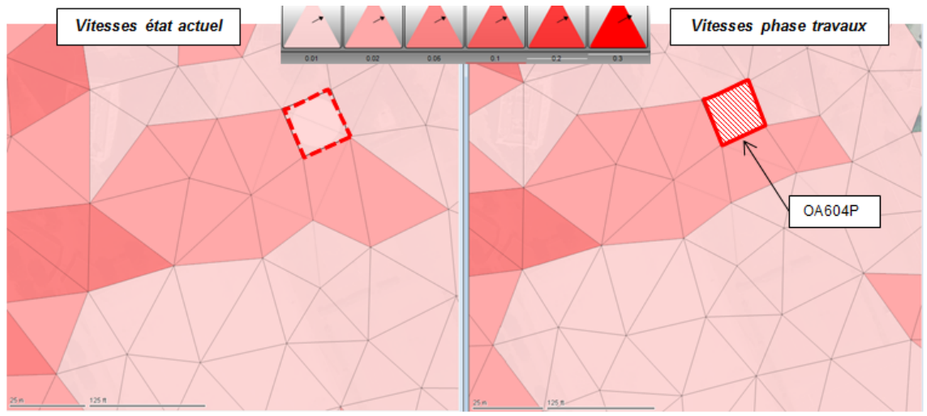
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	0.1 m/s	0.25 m/s	0.5 m/s ++

Écarts de vitesse et de hauteur d'eau pour la crue centennale en phase travaux.

Les écarts entre état actuel et état projet au droit de l'ouvrage annexe sont **négligeables** pour la crue centennale (écarts inférieurs à 1 cm et à 0,1 m/s).



OA 0604P – Hauteurs d'eau état actuel / phase travaux – Crue centennale (Egis)



OA 0604P – Vitesses état actuel / phase travaux – Crue centennale (Egis)

légende hauteurs d'eau en mètre

0.01 1 2 3 4

légende vitesses en mètre/s

0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.3

Mesures

En cas d'alerte crue, le stockage tampon des déblais sera évacué hors zone inondable. De plus des moyens de surveillance et d'interventions seront mis en place (cf chapitre V « Moyens de surveillance et d'intervention »du volet F de la présente étude).

Impacts et mesures en phase exploitation

Impacts

Les éléments de projet en phase travaux présentent des surfaces similaires à celles considérées en phase exploitation. **Au droit de l'ouvrage**, les hauteurs de submersion atteignent environ 1,12 m.

Les écarts entre état actuel et état projet au droit de l'ouvrage sont **négligeables** pour la crue centennale (écarts inférieurs à 1 cm).

Les vitesses d'écoulement sont extrêmement faibles. Les écarts de vitesse constatés sont **négligeables** (moins de 0,1 m/s).

	Cote TN (mNGF)	Hauteur de submersion (m)	Cotes état actuel (mNGF)	Cotes état projet (mNGF)	Ecarts (cm)
OA 604P	38.85	1.12	39.974	39.977	0.3

	Vitesses (m/s)		
	Etat actuel	Etat projet	Ecarts (m/s)
OA 604P	0.0255	0.0249	-0.06

Impact du projet sur les niveaux d'eau:

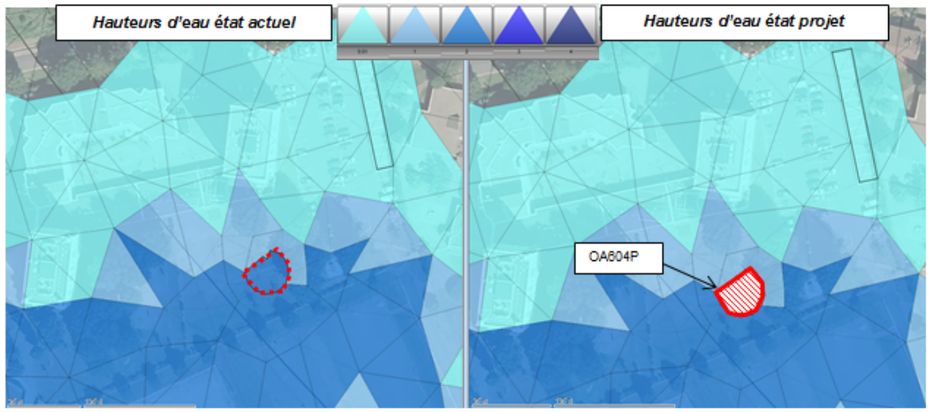
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	1 cm	5 cm	15 cm ++

Impact du projet sur les vitesses:

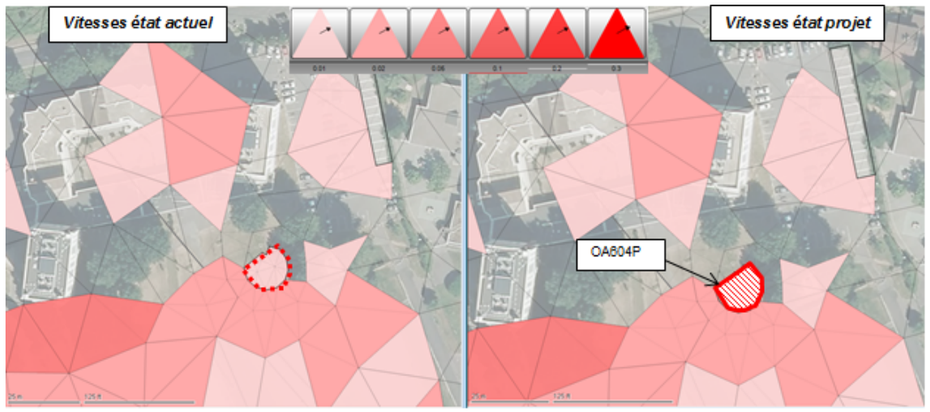
	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
écarts:	0	0.1 m/s	0.25 m/s	0.5 m/s ++

Écarts de vitesse et de hauteur d'eau pour la crue centennale

Au droit du lit mineur, les impacts de l'ouvrage sont **négligeables** compte tenu des écarts très faibles au droit de l'ouvrage et de la distance de celui-ci à la Marne.



OA 0604P – Hauteurs d'eau état actuel / état projet – Crue centennale (Egis)



OA 0604P – Vitesses état actuel / état projet – Crue centennale (Egis)

légende hauteurs d'eau en mètre

0.01 1 2 3 4

légende vitesses en mètre/s

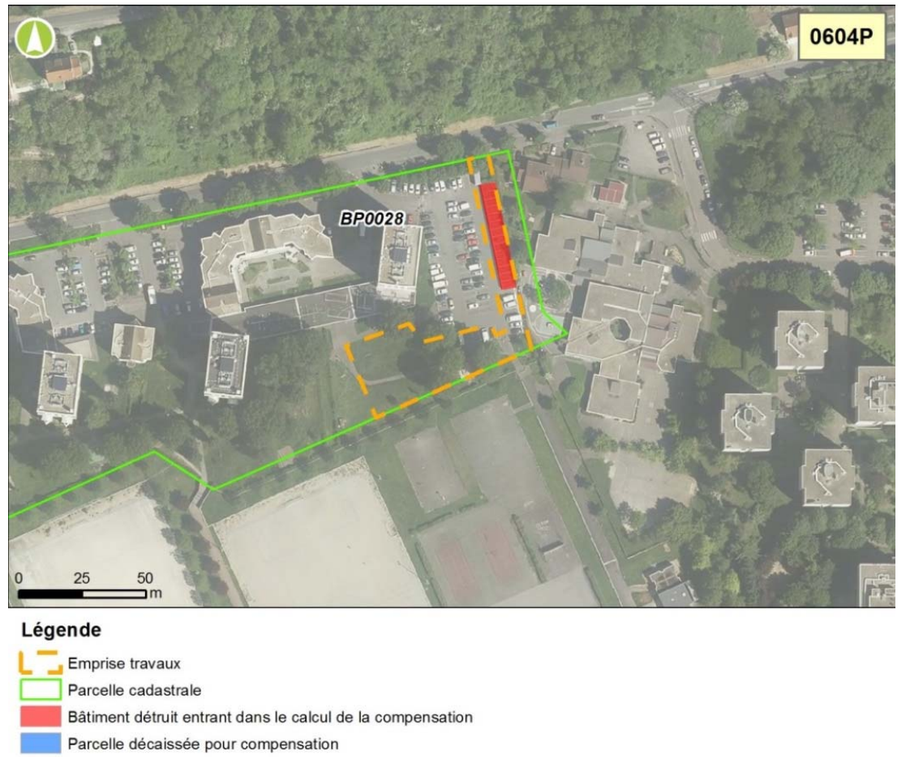
0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.3

Mesures de compensation

Par analogie au PPRI 93 « La Marne », il est pris en référence un impact nul sur la capacité de stockage des eaux vis-à-vis de la crue centennale. Le tableau ci-après détaille le bilan des volumes soustraits à la crue en lit majeur.

	Surface	Volume
Aménagement de surface	150 m²	228 m³
Démolition des existants	250 m²	130 m³
Volume soustrait en lit majeur		**98 m³**

En conclusion, le **volume soustrait à la crue en lit majeur est de 98 m³**. Ce volume n'est pas compensé au droit de l'ouvrage mais rentre dans le bilan de compensation global de l'ensemble des ouvrages situés dans le lit majeur de la Marne (voir chapitre 4.3.3.6 « Synthèse des impacts et mesures pour l'ensemble des ouvrages » ci-avant).



OA 0604P – Bâtiments détruits (Egis)

Synthèse des impacts et mesures associées

Les deux tableaux ci-après présentent la synthèse des éléments abordés dans le présent chapitre en distinguant la phase travaux et la phase exploitation.

Phase travaux	Aléa	L'emprise travaux est inondable avec une hauteur d'eau de 1,12 m selon la modélisation pour une crue centennale.
	PPRI concerné (zone(s) concernée(s))	Il n'y a pas de PPRI en vigueur sur la commune de Chelles. Les emprises chantier se situent hors des zones de grands écoulements du PSS vallée de la Marne.
	Impacts en lit mineur	Il n'y a pas d'impact significatif sur les niveaux d'eau et les vitesses jusqu'à la crue centennale.
	Impacts en lit majeur	L'impact sur le niveau d'eau et sur les vitesses est négligeable au droit de l'ouvrage annexe jusqu'à la crue centennale.
	Mesure(s)	Le stockage tampon des déblais sera évacué en cas d'alerte crue.

Phase exploitation	Aléa	L'emprise exploitation est inondable avec une hauteur d'eau de 1,12 m selon la modélisation pour une crue centennale.
	PPRI concerné (zone(s) concernée(s))	Il n'y a pas de PPRI en vigueur sur la commune de Chelles. Les emprises chantier se situent hors des zones de grands écoulements du PSS vallée de la Marne.
	Impacts en lit mineur	Il n'y a pas d'impact significatif sur les niveaux d'eau et les vitesses jusqu'à la crue centennale.
	Impacts en lit majeur	L'impact sur le niveau d'eau et sur les vitesses est négligeable au droit de l'ouvrage annexe jusqu'à la crue centennale. Le volume soustrait à la crue est de 98 m^3
	Mesure(s) compensatoire(s)	Ce volume n'est pas compensé au droit de l'ouvrage mais est pris en compte dans le bilan de compensation global

4.3.3.6. Synthèse des impacts et mesures pour l'ensemble des ouvrages

Impacts

Le tableau ci-dessous présente la synthèse, au droit de chaque ouvrage concerné en lit majeur de la Marne, des impacts attendus pour une crue centennale en phase travaux et en phase exploitation.

Ouvrage	Ecarts de niveau d'eau entre état actuel et état projet		Ecarts de vitesse entre état actuel et état projet	
	Phase Travaux	Phase exploitation	Phase Travaux	Phase exploitation
OA 0702P	+0,5 cm	+0.2 cm	-0,002 m/s	-0,003 m/s
OA 0701P	+0,7 cm	+0.1 cm	-0.007 m/s	-0,02 m/s
Gare de Chelles	+0.1 cm	+0,3 cm	-0.01 m/s	-0,038 m/s
OA0605P	+0,2 cm	+0,2 cm	-0,001 m/s	-0,002 m/s
OA 0604P	+0.2 cm	+0,3 cm	-0,03 m/s	-0,06 m/s

Synthèse des écarts – hauteur d'eau et vitesse – en crue centennale de la Marne, issus de la modélisation hydraulique (Source : Egis, 2016)

Le projet de la gare de Chelles et des ouvrages annexes associés ont un impact négligeable sur les écoulements de la crue centennale, en lit mineur, comme en lit majeur de la Marne, avec un impact négligeable sur la ligne d'eau (inférieur à 1cm) et sur les vitesses d'écoulement en crue (moins de 0,1 m/s) en phase travaux, comme en phase exploitation.

Mesures de compensation en phase exploitation

Le tableau de synthèse ci-après présente les mesures de compensation en phase exploitation mises en œuvre sur la zone d'expansion de la crue de la Marne.

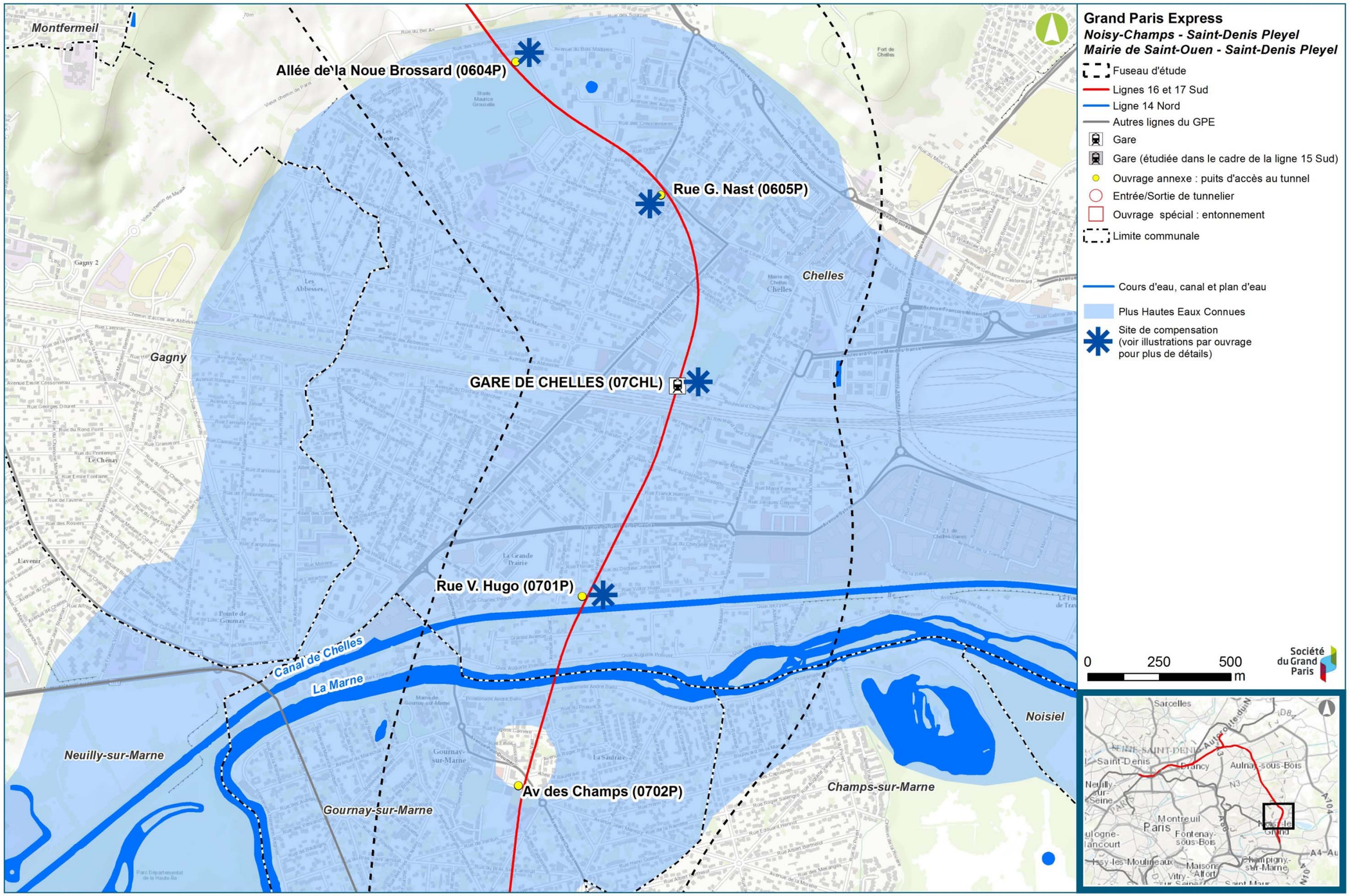
Ouvrage	Volume soustrait en lit majeur	Bâtiments démolis	Décaissé terrain	Volume compensé	Type de compensation
OA 0702P	65 m^3	/	/	- 65 m^3	/
O A0701P	190 m^3	456 m^3	/	+ 266 m^3	Démolition des existants
Gare de Chelles	2476 m^3	1052 m^3	1031 m^3	- 393m^3	Démolition des existants et décaissé du terrain.
OA 0605P	264 m^3	586 m^3	/	+ 322 m^3	Démolition des existants.
OA 0604P	228 m^3	130 m^3	/	- 98 m^3	Démolition des existants.
Total	3223 m^3	2224 m^3	1031 m^3	**+ 32 m^3**	

Compensation globale de la capacité de stockage de la crue centennale à l'échelle du projet dans le zone inondable de Chelles-Gournay (Source : Egis / Tractebel, 2016)

En synthèse, à l'échelle des ouvrages situés dans le lit majeur de la Marne, la zone d'expansion de la crue est augmentée globalement de 32 m^3 environ.

Le projet est conforme vis-à-vis des mesures compensatoires prescrites au PPRI 93 « La Marne » et au PSS de la vallée de la Marne.

Une carte de localisation de principe des sites de compensation est présentée en page suivante. Les sites de compensation étant localisés au niveau des ouvrages OA 0701P, gare de Chelles, OA 0605P et OA 0604P, et concernant de faibles superficies, une représentation précise à cette échelle n'est pas possible. Pour plus de détails, il convient de se reporter aux illustrations par ouvrages présentées à l'échelle de la parcelle dans les pages précédentes.



Localisation de principe des sites de compensation des volumes soustraits à la crue (Source : Egis, 2016)

4.3.4. Analyse détaillée de la compensation

Après un rappel des dispositions applicables en termes de compensation, ce chapitre présente de manière détaillée la compensation par tranches altimétriques en surface et en volume en phase chantier et en phase exploitation, pour la crue centennale (crue de référence prise pour le calcul des impacts du projet).

4.3.4.1. Rappel des obligations en termes de compensation des surfaces et volumes soustraits à la crue

SDAGE et PGRI 2016-2021

Deux documents de cadrage sont à prendre en compte pour le risque d'inondation :

- Le **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)** du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2016-2021 ;
- Le **Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI)** du bassin Seine-Normandie 2016-2021.

Ils ont vocation à s'imposer dans un rapport de compatibilité aux documents d'urbanisme, aux SAGE, aux décisions et programmes pris dans le domaine de l'eau, tels que les PAPI (programmes d'actions de prévention des inondations, contrats de milieux) et les plans de prévention des risques d'inondation (PPRI). Par ailleurs, le SDRIF doit être compatible avec les objectifs du PGRI.

Le Défi 8 - *Limiter et prévenir le risque d'inondation* - du SDAGE regroupe l'ensemble des dispositions communes au SDAGE et au PGRI. Elles sont rédigées de manière identique dans les deux documents.

L'Orientation 32 (SDAGE/PGRI) - *Préserver et reconquérir les zones naturelles d'expansion des crues* – comporte une Disposition D8.140. - *Eviter, réduire, compenser les installations en lit majeur des cours d'eau*, reproduite ci-après :

« *Les aménagements dans le lit majeur des cours d'eau (installations, ouvrages, remblais déclarés et autorisés au titre de la loi sur l'eau figurant actuellement sous la rubrique 3.2.2.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement) doivent satisfaire un* ***principe de transparence hydraulique*** *: ils ne doivent pas aggraver le phénomène d'inondation et ses impacts potentiels en amont et en aval. De plus, ces aménagements ne doivent pas compromettre les capacités d'expansion des crues.*

Pour satisfaire ce principe, une réflexion doit être menée sur l'implantation des aménagements et leur conception.

S'il n'est pas possible d'éviter l'implantation de ces aménagements dans le lit majeur des cours d'eau, leurs impacts sur l'écoulement des crues doivent être réduits. Les impacts de ces aménagements qui ne pourraient pas être réduits font l'objet de mesures compensatoires permettant de restituer intégralement au lit majeur du cours d'eau les surfaces d'écoulement et les volumes de stockage soustraits à la crue*.*

La recherche de compensations des impacts hydrauliques doit être mobilisée en dernier recours.

En application de la législation et de la réglementation relatives à l'eau et de la précédente disposition, certains projets d'aménagement peuvent faire l'objet de mesures compensatoires prescrites par arrêté préfectoral.

La compensation des impacts doit être justifiée afin de garantir la transparence hydraulique du projet. Cette transparence est demandée afin de ne pas réduire les capacités naturelles d'expansion des crues dans le lit majeur et ne pas aggraver les impacts négatifs des inondations. ***Elle peut intervenir par restitution soit des volumes, soit des volumes et des surfaces soustraites à la crue.***

Doivent également être compatibles ou rendus compatibles avec les principes de la présente disposition, les PPRI révisés ou élaborés à compter de l'approbation du PGRI.

Afin de garantir l'efficience des mesures compensatoires, il est recommandé de les regrouper sur un même site à proximité des projets d'aménagement. ».

PPRI et PSS

A l'échelle locale, la prise en compte du risque d'inondation dans les communes de Gournay-sur-Marne et de Chelles relève des documents suivants :

- Le **Plan de Protection du Risque Inondation (PPRI)** « La Marne » en Seine-Saint-Denis, applicable à Gournay-sur-Marne ;
- Le **Plan des Surfaces Submersibles (PSS)**, applicable à Chelles, en l'absence de PPRI approuvé.

Le PPRI « La Marne » définit à l'article 2 de son règlement les modalités de compensation :

« *Article 2 : « Afin de conserver les volumes de stockage de l'eau, les remblais (lorsqu'ils sont autorisés) doivent être compensés par un volume de déblai au moins égal, soustrait du terrain naturel au-dessus du niveau de la nappe alluviale et situés sur la même parcelle (en zone inondable),* ***à l'exception des remblais mis en œuvre dans le cadre d'opérations d'aménagement pour lesquels l'équilibre déblai / remblai doit être respecté à l'échelle de l'opération et non de la parcelle****. … ».

Le PSS ne définit pas de modalités de compensation. A défaut, on peut se référer aux modalités définies ci-dessus pour le PPRI « La Marne » en Seine-Saint-Denis.

Doctrine DRIEE sur les aménagements impactant le libre écoulement des eaux

La DRIEE Ile-de-France a élaboré un document de préconisations destiné aux pétitionnaires en vue de faciliter la rédaction des dossiers « loi sur l'eau » et précisant les modalités de définition des mesures compensatoires. Selon ce document, sans portée réglementaire, la compensation doit restituer les surfaces et les volumes perdus, par tranches altimétriques de 50 cm.

4.3.4.2. Application au projet des règles de compensation des surfaces et volumes soustraits à la crue

Respect de la disposition D8.140 du SDAGE et du PGRI

Le projet des lignes 16, 17 sud et 14 nord au droit de la zone inondable de la Marne à Chelles et Gournay-sur-Marne, respecte la disposition D8.140 du SDAGE et du PGRI énoncée ci-avant :

- Impact négligeable en lit mineur et en lit majeur sur la ligne d'eau en crue centennale (inférieur à 1cm), en phase travaux, comme en phase exploitation ;
- Impact négligeable en lit mineur et en lit majeur sur les vitesses d'écoulement en crue centennale (moins de 0,1 m/s) en phase travaux, comme en phase exploitation.

Le projet est donc quasi-transparent du point de vue hydraulique.

Les ouvrages ne pouvant être implantés en dehors de la zone inondable du fait de l'orientation générale du projet perpendiculaire à la zone inondable, de l'obligation d'établir une interconnexion avec le réseau de transport SNCF à Chelles, et d'implanter des puits d'accès secours tous les 800 m, une recherche de restitution des surfaces d'écoulement et des volumes de stockage soustraits à la crue a été réalisée.

La disposition D8.140 du SDAGE et du PGRI demande une compensation « *par restitution soit des volumes, soit des volumes et des surfaces soustraites à la crue* ».

Le contexte d'insertion des émergences du projet en zone urbaine constitue une contrainte très forte pour libérer du foncier en vue de la compensation en surface et en volume. C'est pourquoi **le maître d'ouvrage s'est orienté prioritairement vers une restitution en volume tel que le permet la disposition D8.140**, afin de réduire au strict minimum les impacts fonciers et les démolitions de bâti existant.

Respect du PPRI « La Marne » en Seine-Saint-Denis

S'agissant d'une opération d'aménagement, conformément au règlement du PPRI, la compensation des pertes de volume de stockage de la crue du fait de la création des émergences du projet s'est faite dans une logique de respect d'un équilibre volume perdu / volume gagné (équilibre déblai / remblai) à l'échelle de l'opération.

Respect de la doctrine DRIEE sur les aménagements impactant le libre écoulement des eaux

Au-delà de la mise en œuvre des principes ci-dessus retenus par la SGP, l'exercice d'une analyse de la compensation par tranches altimétriques de 50 cm a néanmoins été réalisé, afin de tendre vers une prise en compte optimale des préconisations de la DRIEE Ile-de-France.

Cette analyse est présentée ci-après, pour la phase chantier, puis pour la phase exploitation.

4.3.4.3. Compensation en phase chantier par tranches altimétriques

En phase chantier, pour l'analyse de la compensation, le calcul (en surface et en volume) tient compte des éléments suivants :

- Démolition des bâtiments existants pour la partie restitution à la crue ;
- Protection des fouilles des ouvrages annexes et de la gare de Chelles par des rideaux de palplanches pour la partie soustraction à la crue.

En effet, en prévision des crues, ces ouvrages seront protégés pour un évènement « crue centennale » afin d'empêcher l'inondation des parties souterraines. Ceci représente ainsi des surfaces et volumes significatifs soustraits au stockage de la crue.

L'analyse de la compensation par tranches altimétriques en phase chantier est présentée dans le tableau en page suivante. Les conclusions sont exposées ci-après.

Compensation en phase chantier, en volume par tranches altimétriques

A l'échelle du projet : la compensation globale en volume n'est assurée que pour la tranche altimétrique 39,51 – 40,01 m. Pour les autres tranches altimétriques la compensation en volume n'est pas assurée.

Toutefois, la compensation en volume est assurée globalement, toutes tranches altimétriques confondues, avec un volume supplémentaire de stockage de 83 m^3.

A l'échelle de chaque ouvrage : la compensation en volume est assurée seulement pour les ouvrages 0701P et 0605P, et pour la gare de Chelles. E

Compensation en phase chantier, en surface par tranches altimétriques

A l'échelle du projet la compensation globale en surface n'est assurée que pour la tranche altimétrique 39,01 – 39,51 m. Pour les autres tranches altimétriques la compensation en volume n'est pas assurée.

Elle ne l'est pas non plus globalement en surface, toutes tranches altimétriques confondues.

A l'échelle de chaque ouvrage : la compensation en surface est assurée seulement pour les ouvrages 0701P et 0605P.

Conclusion sur la compensation en phase chantier

En phase chantier, la compensation en volume est assurée globalement à l'échelle du projet, toutes tranches altimétriques confondues, conformément à la disposition D8.140 du SDAGE et du PGRI, avec un excédent de 83 m^3 de capacité de stockage de la crue.

La compensation n'est pas assurée pour chaque tranche altimétrique, en surface, ou en volume, ni globalement en surface, toutes tranches altimétriques confondues. Cette situation est due à l'absence de foncier disponible en site urbanisé pour dégager les surfaces nécessaires. Il s'agit d'une situation temporaire, limitée à la phase des travaux et qui concerne des surfaces et volumes relativement modestes rapportés au champ d'inondation de la Marne au droit du projet.

Ouvrage	Sous ouvrage	N° tranche	PHEC*	Niveau TN	Intervalle altimétrique (NGF)	Hauteur correspondante (en m)	Surface soustraite par tranche (en m²)	Volume soustrait par tranche (en m³)	Type de compensation retenue	Surface rendue par tranche (en m²)	Volume rendu par tranche (en m³)	Bilan des compensations surfaciques (en m²)	Bilan des compensation s volumiques (en m³)
OA702P	Fouille protégée	4	40.42	40.16	[40,16 ; 40,42]	0.26	217	56 m³				217	56 m3
OA701P	BI 478 BI 627 BI 538	1	40.42	38.90	[38,9 ; 39,01]	0.11			Démolition	300	33 m³	-332 m²	-126 m³
		2			[39,01 ; 39,51]	0.5			Démolition	300	150 m³		
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5			Démolition	300	150 m³		
		4			[40,01 ; 40,42]	0.41			Démolition	300	123 m³		
	Fouille protégée	1	40.42	38.90	[38,9 ; 39,01]	0.11	217	24 m³					
		2			[39,01 ; 39,51]	0.5	217	109 m³					
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5	217	109 m³					
		4			[40,01 ; 40,42]	0.41	217	89 m³					
Gare de Chelles	BH420	4	40.51	40.10	[40,1 ; 40,51]	0.41			Démolition	350	143 m³	1 319 m²	-33 m³
	BH381	2	40.51	39.10	[39,1 ; 39,51]	0.41			Démolition	77	32 m³		
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5			Démolition	77	39 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	77	39 m³		
	BH380	3	40.51	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11			Démolition	119	13 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	119	60 m³		
	BH200	3	40.51	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11			Démolition	198	22 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	198	99 m³		
	BH199	3	40.51	39.60	[39,6 ; 40,01]	0.41			Démolition	101	41 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	101	51 m³		
	BH221	3	40.51	39.70	[39,7 ; 40,01]	0.31			Démolition	61	19 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	61	31 m³		
	BH220	3	40.51	39.60	[39,6 ; 40,01]	0.41			Démolition	153	63 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	153	77 m³		
	BH219	3	40.51	39.60	[39,6 ; 40,01]	0.41			Démolition	241	99 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	241	121 m³		
	BH218	3	40.51	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11			Démolition	110	12 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	110	55 m³		
	BH217	3	40.51	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11			Démolition	67	7 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	67	34 m³		
	Fouille protégée	3	40.51	40.00	[40 ; 40,01]	0.01	2000	20 m³					
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5	2000	1 000 m³					
OA605P	AT0296	2	40.51	39.50	[39,5 ; 39,51]	0.01				580	6 m³	-534 m²	-180 m³
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5				580	290 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5				580	290 m³		
	Fouille protégée	2	40.51	39.50	[39,5 ; 39,51]	0.01	402	4 m³					
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5	402	201 m³					
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5	402	201 m³					
OA604P	BP0028	3	40.42	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11			Démolition	250	27 m³	368 m²	200 m³
		4			[40,01 ; 40,42]	0.41			Démolition	250	103 m³		
	Fouille protégée	1	40.42	38.90	[38,9 ; 39,01]	0.11	217	24 m³					
		2			[39,01 ; 39,51]	0.5	217	109 m³					
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5	217	109 m³					
		4			[40,01 ; 40,42]	0.41	217	89 m³					
Total par tranche altimétrique		**1**			**[38,51 ; 39,01]**	**0.5**	**434**	**48 m³**		**300**	**33 m³**	**134 m²**	**15 m³**
		2			**[39,01 ; 39,51]**	**0.5**	**836**	**221 m³**		**957**	**187 m³**	**-121 m²**	**34 m³**
		3			**[39,51 ; 40,01]**	**0.5**	**2836**	**438 m³**		**2257**	**782 m³**	**579 m²**	**-344 m³**
		4			**[40,01 ; 40,51]**	**0.5**	**3053**	**1 435 m³**		**2607**	**1 223 m³**	**446 m²**	**213 m³**
Total							**7159**	**2 142 m³**		**6121**	**2 225 m³**	**1 038 m²**	**-83 m³**

*Cote PHEC au droit des bâtiments existants à l'état initial.

Compensation par tranche altimétrique en surface et volume en phase chantier (Egis / Tractebel, 2016) XXX = bilan négatif (compensation non atteinte), XXX = bilan positif (compensation atteinte)

4.3.4.4. Compensation en phase exploitation par tranches altimétriques

En phase exploitation, pour l'analyse de la compensation, le calcul (en surface et en volume) tient compte des éléments suivants :

- Démolition des bâtiments existants et aménagements de compensation mis en œuvre au droit de la gare de Chelles pour la partie restitution à la crue ;
- Aménagements de surface et protection des émergences au droit des ouvrages annexes et de la gare de Chelles pour la partie soustraction à la crue.

L'analyse de la compensation par tranches altimétriques en phase exploitation est présentée dans le tableau en page suivante. Les conclusions sont exposées ci-après.

Compensation en phase exploitation, en volume par tranches altimétriques

A l'échelle du projet : la compensation globale en volume est assurée pour toutes les tranches altimétriques, à l'exception de la tranche altimétrique 40,01 – 40,51 m qui présente un déficit de compensation de 973 m^3.

Toutefois, la compensation en volume est assurée globalement, toutes tranches altimétriques confondues, avec un volume supplémentaire de stockage de 32 m^3.

A l'échelle de chaque ouvrage : la compensation en volume est assurée seulement pour les ouvrages 0701P et 0605P.

Compensation en phase exploitation, en surface par tranches altimétriques

A l'échelle du projet : la compensation globale en surface est assurée pour toutes les tranches altimétriques, à l'exception de la tranche altimétrique 40,01 – 40,51 m qui présente un déficit de compensation de 1 756 m^2.

Toutefois, la compensation en surface est assurée globalement, toutes tranches altimétriques confondues, avec une surface supplémentaire de stockage de 292 m^3.

A l'échelle de chaque ouvrage : la compensation en surface est assurée seulement pour les ouvrages 0701P et 0605P.

Conclusion sur la compensation en phase exploitation

En phase exploitation, la compensation en surface et en volume est assurée globalement à l'échelle du projet, toutes tranches altimétriques confondues, conformément à la disposition D8.140 du SDAGE et du PGRI, avec un excédent de surface de 292 m^2 et de stockage de la crue de 32 m^3.

La compensation est aussi assurée par tranche altimétrique, en surface et en volume, à l'exception de la tranche altimétrique 40,01 – 40,51 m.

Le déficit de compensation concerne uniquement la tranche altimétrique la plus haute (40,01 – 40,51 m), soit pour les crues les plus importantes et moins fréquentes. Ce déficit est à relativiser au regard des tranches altimétriques plus basses qui présentent toutes un bilan excédentaire en surface et en volume.

Il y a donc une compensation cote pour cote « modulée » et le déficit de compensation de la tranche altimétrique supérieure s'avère sans incidence notable (cf. étude hydraulique en annexe I du volet I.1), les surfaces et volumes correspondant à la dernière tranche étant déjà compensés dans les tranches inférieures.

L'impossibilité de compenser pour chaque tranche altimétrique de 50 cm est due à l'absence de foncier disponible dans le contexte urbanisé de Chelles et de Gournay-sur-Marne, sauf à créer des impacts supplémentaires notables sur les biens du fait des expropriations et démolitions de bâtis qui seraient nécessaires.

Ouvrage	Sous ouvrage	N° tranche	PHEC*	Niveau TN	Intervalle altimétrique (NGF)	Hauteur correspondante (en m)	Surface soustraite par tranche (en m²)	Volume soustrait par tranche (en m³)	Type de compensation retenue	Surface rendue par tranche (en m²)	Volume rendu par tranche (en m³)	Bilan des compensations surfaciques (en m²)	Bilan des compensations volumiques (en m³)
OA702P	Émergence	4	40.42	40.16	[40,16 ; 40,42]	0.26	130	65 m3				130 m²	65 m³
OA701P	BI 478 BI 627 BI 538	1	40.42	38.90	[38,9 ; 39,01]	0.11			Démolition	66	33 m3	-532 m²	-266 m³
		2			[39,01 ; 39,51]	0.5			Démolition	300	150 m3		
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5			Démolition	300	150 m3		
		4			[40,01 ; 40,42]	0.41			Démolition	246	123 m3		
	Émergence	1	40.42	38.90	[38,9 ; 39,01]	0.11	27	14 m³					
		2			[39,01 ; 39,51]	0.5	125	63 m³					
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5	125	63 m³					
		4			[40,01 ; 40,42]	0.41	103	51 m³					
Gare de Chelles	BH420	4	40.51	40.10	[40,1 ; 40,51]	0.41			Démolition	287	143 m³	559 m²	393 m³
	BH381	2	40.51	39.10	[39,1 ; 39,51]	0.41			Démolition	63	32 m³		
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5			Démolition	77	39 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	77	39 m³		
	BH380	3	40.51	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11			Démolition	26	13 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	119	60 m³		
	BH200	3	40.51	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11			Démolition	198	22 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	38	19 m³		
	BH199	3	40.51	39.60	[39,6 ; 40,01]	0.41			Démolition	61	31 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	125	63 m³		
	BH221	3	40.51	39.70	[39,7 ; 40,01]	0.31			Démolition	153	77 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	198	99 m³		
	BH220	3	40.51	39.60	[39,6 ; 40,01]	0.41			Démolition	241	121 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	24	12 m³		
	BH219	3	40.51	39.60	[39,6 ; 40,01]	0.41			Démolition	110	55 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	15	7 m³		
	BH218	3	40.51	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11			Démolition	67	34 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	22	7 m³		
	BH217	3	40.51	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11			Démolition	79	41 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Démolition	313	92 m³		
	PaSo	2	40.51	39.20	[39,2 ; 39,51]	0.31			Création d'un ouvrage inondable	489	245 m³		
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5			Création d'un ouvrage inondable	789	394 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5			Création d'un ouvrage inondable	142	71 m³		
	Aménagement parcelles Nord	1	39.60	39.00	[39 ; 39,01]	0.01			Déblais	124	62 m³		
		2			[39,01 ; 39,51]	0.5			Déblais	200	100 m³		
		3			[39,51 ; 39,6]	0.09			Déblais	36	18 m³		
	Bâtiment Voyageur + LT Sud	3	40.51	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11	481	241 m³					
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5	2187	1 094 m³					
	Locaux Techniques Nord	3	40.51	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11	171	86 m³					
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5	779	389 m³					
	Galerie des transports (SNCF)	4	40.51	40.40	[40,4 ; 40,51]	0.11	50	25 m³					
	Parvis	3	40.28	39.90	[39,9 ; 40,28]	0.01	10	5 m³					
		4			[40,01 ; 40,4]	0.27	284	142 m³					
	Bd Chilpéric	3	40.23	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11	299	165 m³					
		4			[40,01 ; 40,23]	0.22	598	330 m³					
OA605P	AT0296	2	40.51	39.50	[39,5 ; 39,51]	0.01			12	580	6 m³	-644 m²	-322 m³
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5				580	290 m³		
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5				580	290 m³		
	Émergence	2	40.51	39.50	[39,5 ; 39,51]	0.01	5	3 m³					
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5	261	131 m³					
		4			[40,01 ; 40,51]	0.5	261	131 m³					

Ouvrage	Sous ouvrage	N° tranche	PHEC*	Niveau TN	Intervalle altimétrique (NGF)	Hauteur correspondante (en m)	Surface soustraite par tranche (en m²)	Volume soustrait par tranche (en m³)	Type de compensation retenue	Surface rendue par tranche (en m²)	Volume rendu par tranche (en m³)	Bilan des compensations surfaciques (en m²)	Bilan des compensations volumiques (en m³)
OA604P	BP0028	3	40.42	39.90	[39,9 ; 40,01]	0.11			Démolition	55	27 m³	196 m²	98 m³
		4			[40,01 ; 40,42]	0.41			Démolition	205	103 m³		
	Émergence	1	40.42	38.90	[38,9 ; 39,01]	0.11	33	16 m³					
		2			[39,01 ; 39,51]	0.5	150	75 m³					
		3			[39,51 ; 40,01]	0.5	150	75 m³					
		4			[40,01 ; 40,42]	0.41	123	62 m³					
Total par tranche altimétrique		**1**			**[38,51 ; 39,01]**	**0.5**	**60**	**30 m³**		**679**	**340 m³**	**-619 m²**	**-309 m³**
		2			**[39,01 ; 39,51]**	**0.5**	**280**	**140 m³**		**1 386**	**689 m³**	**-1 106 m²**	**-549 m³**
		3			**[39,51 ; 40,01]**	**0.5**	**1498**	**764 m³**		**1 822**	**912 m³**	**-323 m²**	**-148 m³**
		4			**[40,01 ; 40,51]**	**0.5**	**4514**	**2288 m³**		**2 758**	**1 314 m³**	**1 756 m²**	**973 m³**
Total							**6353**	**3223 m³**		**6 645**	**3 255 m³**	**-292 m²**	**-32 m³**
*Cote PHEC au droit des bâtiments existants à l'état initial ou niveau du projet dans le cas de réalisation de fouille de compensation													
Pour les zones hors levés topos, un levé MNT est utilisé pour les altimétries du TN.													

Compensation par tranche altimétrique en surface et volume en phase exploitation (Egis / Tractebel, 2016) XXX = bilan négatif (compensation non atteinte), XXX = bilan positif (compensation atteinte)

4.4. Impacts des rejets pluviaux, d'eaux d'exhaure et d'eaux d'infiltration, et mesures associées

Le présent chapitre regroupe l'analyse de la gestion des **eaux pluviales**, des **eaux d'exhaure** (en phase travaux) et des **eaux d'infiltration** ou résiduelles (en phase exploitation).

En effet, la Société du Grand Paris a prévu pour la phase travaux la collecte et le rejet de l'ensemble des eaux de ruissellement issues des chantiers et des eaux issues de l'exhaure des fouilles des parois moulées des ouvrages (eaux d'exhaure), et du fonctionnement des tunneliers.

De même, en phase exploitation les eaux pluviales entrant dans les ouvrages annexes sont collectées et gérées avec les eaux d'infiltration (ou résiduelles) du tunnel et des ouvrages annexes ; ces eaux sont évacuées vers le réseau d'eaux usées.

Trois types de rejets sont considérés dans l'analyse développée ci-après :

- Les eaux pluviales issues du ruissellement sur chaque site lors d'un épisode pluvieux (en phase chantier comme en phase exploitation) ;
- Les eaux d'exhaure provenant de l'épuisement des fouilles réalisées pour la mise en œuvre des boites gares et des parois moulées des ouvrages annexe en phase chantier ;
- Les eaux d'infiltration (ou résiduelles) des ouvrages qui sont situés en permanence sous le toit des nappes d'eau souterraines et pour lesquels des « suintements » sont toujours possibles en phase exploitation.

Ce chapitre présente les impacts potentiels du projet sur les milieux récepteurs (cours d'eau et réseaux d'assainissement communaux), et s'attache en particulier à l'analyse des impacts :

- quantitatifs : augmentation ou non des débits des milieux récepteurs ;
- qualitatifs : dégradation ou non de la qualité des milieux récepteurs.

Après une présentation des ouvrages concernés, ce chapitre aborde successivement :

- La gestion quantitative des eaux pluviales, des eaux d'exhaure et des eaux d'infiltration :
  - Les principes de gestion des eaux pluviales et des eaux d'exhaure en phase travaux ;
  - La stratégie retenue par la SGP pour l'évacuation des eaux pluviales et des eaux d'exhaure en phase travaux ;
  - La justification des modalités de rejet en phase travaux ;
  - L'évaluation quantitative des eaux d'exhaure des ouvrages en phase travaux ;
  - La gestion des eaux pluviales en phase exploitation ;
  - La gestion des eaux d'infiltration en phase exploitation ;
- L'analyse détaillée de la gestion quantitative des eaux pluviales des ouvrages (gares et ouvrages annexes) en phase travaux et en phase exploitation ;
- La gestion qualitative des eaux pluviales, des eaux d'exhaure et des eaux d'infiltration en phase travaux et en phase exploitation :
  - impacts liés aux pollutions chroniques des eaux pluviales en phase travaux ;
  - impacts liés aux pollutions chroniques des eaux d'exhaure en phase travaux ;
  - impacts liés aux pollutions chroniques des eaux pluviales et d'infiltration en phase exploitation ;
  - impacts liés aux pollutions accidentelles des eaux pluviales en phase travaux ;
- l'analyse détaillée de la gestion qualitative des eaux pluviales et des eaux d'exhaure.

Il est à noter que des modifications et des précisions techniques sont susceptibles d'être apportées aux modalités de gestion des rejets des eaux pluviales, dans le cadre de la finalisation des études de Projet, l'établissement des Dossiers de Consultation des Entreprises et dans les solutions techniques retenues par les entreprises titulaires des travaux. Considérant ces modifications, la Société du Grand Paris s'engage à communiquer au service de la Police de l'Eau, trois (3) mois avant le début des travaux concernés des dossiers de porter-à-connaissance comprenant :

- Les plans techniques actualisés des systèmes de gestion des eaux pluviales par sous-bassin versant, ainsi que le descriptif du fonctionnement des ouvrages au-delà de leur capacité hydraulique ;
- Une note explicative des évolutions éventuelles par rapport au dossier de demande d'autorisation unique ;
- Les notes de calcul détaillées des volumes de rétention ;
- La date prévisionnelle de réalisation des travaux."

En cas d'évolution de la conception de ces dispositifs dans les 3 mois précédant le démarrage des travaux, la SGP en tiendra informé le service de la Police de l'eau. Des échanges informels pourront se tenir autant que de besoin avant la finalisation de ces porter-à-connaissance.

La SGP propose par ailleurs de tenir informé le service police de l'eau des démarches engagées auprès des gestionnaires de réseaux et que les conventions signées avec ceux-ci soient transmises dès leurs signatures aux services mentionnés par la DRIEE.

Concernant ces mêmes éléments techniques relatifs à la gestion des eaux pluviales en phase d'exploitation, ceux-ci seront communiqués dans un délai de six (6) mois avant leur mise en œuvre.

4.4.1. Ouvrages concernés

L'analyse de l'état initial a montré que, pour le territoire desservi par les Lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) du Grand Paris Express, ci-après dénommées lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, la problématique de la gestion des eaux pluviales est un enjeu significatif localisé du fait de la très forte urbanisation et de l'existence de secteurs à pentes fortes.

Les gestionnaires de réseaux collectant les eaux pluviales et d'exhaure, que ce soient des réseaux unitaires ou des réseaux séparatifs, sont confrontés à des problèmes de fonctionnement de ces réseaux engendrant des débordements localisés et des nuisances associées.

Ils ont donc établi des prescriptions de débit et de qualité de rejet au réseau.

Les Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sont, en fait, composées d'une suite de 45 émergences ponctuelles réparties sur les 29 km de lignes. Ces émergences ont des caractéristiques différentes selon la nature des ouvrages et le stade de réalisation du projet (phase travaux / phase exploitation).

La gestion des eaux pluviales et des eaux d'exhaure du projet est donc organisée à l'échelle de l'ouvrage et de son emprise sur la base de principes généraux applicables à l'ensemble des ouvrages concernés. Toutes les émergences (gares et ouvrages annexes) du projet sont concernées :

- Les 9 gares ;
- Les 36 ouvrages annexes (puits d'accès secours, et puits d'accès secours et de ventilation), dont les 4 ouvrages spéciaux :
  - OA 3300P entonnement de la liaison ligne 16/ ligne 15 ouest ;
  - OA 0100P entonnement Ouest (liaison ligne 16/ ligne 17) ;
  - OA 0101P entonnement Est (liaison ligne 16/ ligne 17) ;
  - OA 0202P entonnement du débranchement vers le Site de Maintenance des Infrastructures / Site de Maintenance et de Remisage (SMI/SMR) d'Aulnay)

Les 12 puits d'attaque et de sortie des 9 tunneliers n'existent qu'en phase travaux et sont intégrés dans des ouvrages annexes.

Dans la suite du document, les ouvrages sont présentés du sud-est vers le nord-ouest.

4.4.2. Gestion quantitative des eaux pluviales, des eaux d'exhaure et des eaux d'infiltration et mesures associées

4.4.2.1. Introduction

Le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est susceptible d'avoir des incidences sur les aspects quantitatifs des milieux récepteurs en phase chantier, comme en phase exploitation.

Sur le plan quantitatif, les milieux récepteurs peuvent être impactés par :

- Les rejets des eaux pluviales ayant ruisselé sur les emprises du chantier en phase travaux, ou sur les émergences et parvis des ouvrages en phase exploitation : il s'agit de rejets temporaires et aléatoires (quand il pleut) ;
- Les rejets des eaux d'exhaure en phase travaux, liés à l'épuisement des nappes souterraines affleurant dans les fouilles ou présentes dans les terrains creusés par les tunneliers ; il s'agit de débits maîtrisés (car issus de pompes) et quasi constants vers les eaux superficielles ;
- Les rejets des eaux d'infiltration (ou résiduelles) en phase exploitation des ouvrages qui sont situés en permanence sous le niveau de l'eau souterraine. Il s'agit de volumes faibles évacués vers le réseau d'eaux usées.

Il convient également de noter que des nappes perchées peuvent exister dans les secteurs ayant fait l'objet de remblaiement. Aucune donnée sur ces nappes (localisation, étendue, volume) n'est disponible mais il s'agit de poches d'eau de volume limité, avec faible recharge par les eaux de pluie en zone urbaine imperméabilisée et alimentation fréquente par des fuites de réseaux d'eaux pluviales ou d'eaux usées. En phase chantier, il existe donc à l'occasion des terrassements une possibilité de venue d'eau depuis ces nappes perchées.

4.4.2.2. Principes de gestion des eaux d'exhaure et des eaux pluviales en phase travaux

Présentation générale

Le mode général de gestion des eaux pluviales et des eaux d'exhaure décrit ici s'applique à tous les ouvrages. En effet, pour chaque ouvrage, une base chantier est installée et le chantier occupe une emprise composée de sols tassés (circulation des engins), de l'excavation de l'ouvrage à construire et d'emplacements dédiés aux stockages divers.

En phase travaux, les eaux pluviales du chantier seront collectées en surface et rassemblées dans un bassin ou une bâche de rétention permettant la décantation avant rejet régulé au réseau ou en cours d'eau. Les eaux d'exhaure seront traitées qualitativement avant rejet au réseau ou en cours d'eau.

Avant le démarrage des travaux, la société du Grand Paris fournira aux gestionnaires et aux exploitants des usines de potabilisation d'eau : un planning précis comprenant la description de chaque phase de travaux, la localisation précise des points de rejet, ainsi que les débits de pointe et la durée des rejets.

Des visites de chantier associant les gestionnaires et les exploitants des usines de potabilisation seront organisées afin qu'ils puissent s'assurer du respect des prescriptions établies dans les conventions de rejet.

Dans le cas où la réalisation du chantier nécessite le déplacement des réseaux existants, l'assainissement du chantier et les dispositifs de rejet afférents seront adaptés à la géométrie et aux capacités du réseau rétabli.

Les mesures prévues concernent les débits et volumes rejetés qui seront suivis régulièrement par l'entreprise en charge des travaux. Ce suivi sera consigné dans un registre-journal, ainsi que les éventuels incidents ; il sera consultable à tout moment par le Maître d'œuvre et le Maitre d'ouvrage.

À l'issue de cette phase, les ouvrages provisoires de traitement (rétention / régulation / décantation / déshuilage/ neutralisation des pH – cf. ci-après chapitre 4.4.6) seront démontés et retirés du site.

Présentation des solutions de rejets en phase travaux

En phase travaux, les eaux d'exhaure vont représenter les plus gros volumes d'eau à rejeter par rapport aux eaux pluviales. Ces deux types de rejets peuvent rejoindre les mêmes exutoires même s'ils font l'objet d'une gestion distincte en amont. Les différentes modalités de rejets envisageables sont les suivantes :

- Pour les eaux pluviales (après traitement qualitatif) :
  - Le rejet direct dans un cours d'eau ou un canal ;
  - Le rejet dans un réseau d'assainissement existant pluvial ou unitaire ;
  - Le rejet par infiltration dans le sol.
- Pour les eaux d'exhaure (après traitement qualitatif) :
  - Le rejet direct dans un cours d'eau ou un canal ;
  - Le rejet dans un réseau d'assainissement existant pluvial ou unitaire ;
  - La réinjection en nappe.

Ces différentes solutions envisagées pour évacuer les eaux, tant pluviales, que d'exhaure en phase chantier sont présentées de façon générale ci-après, avant une analyse plus détaillée par ouvrage plus loin.

Rejet direct dans un cours d'eau ou un canal (après traitement qualitatif)

Le rejet direct dans un cours d'eau (après traitement qualitatif) peut concerner aussi bien les eaux pluviales que les eaux d'exhaure.

Un rejet direct nécessite une relative proximité géographique entre le dispositif de collecte des eaux pluviales ou des eaux d'exhaure, et le cours d'eau récepteur. Les principales contraintes physiques pour envisager un rejet de ce type sont la distance au cours d'eau et l'occupation du sol et du sous-sol en milieu urbain. En effet, une canalisation de rejet, existante ou à implanter spécifiquement, doit être utilisée.

Le rejet direct au cours d'eau par le biais d'une canalisation existante ou à créer est envisageable pour les ouvrages situés à distance modérée du réseau hydrographique. Elle permet de soutenir les étiages et de ne pas surcharger les réseaux pluviaux déjà fortement sollicités en temps de pluie dans l'aire d'étude du projet.

Cette solution est en revanche extrêmement difficile à mettre en œuvre pour des distances significatives. Il faut en effet utiliser une canalisation pluviale existante aboutissant au cours d'eau (ce qui revient au cas suivant de rejet dans un réseau ; cf. ci-après), ou poser une canalisation temporaire pendant la période des travaux, sur le sol ou enterrée, ce qui pose des problèmes d'occupation de la voirie empruntée, de maintien des accès riverains et de nuisances supplémentaires lors de la pose et de la dépose de la canalisation.

Sur le linéaire du projet, quatre ouvrages situés à proximité immédiate d'un cours d'eau sont susceptibles de recevoir ce type de rejet :

- l'ouvrage annexe 0701P - Rue V. Hugo, à Chelles, au bord du canal de Chelles ;
- la gare de Sevran-Livry, à Sevran, au bord du canal de l'Ourcq ;
- l'ouvrage annexe 0201P - échangeur A3, à Aulnay-sous-Bois, au bord de la Morée à ciel ouvert ;
- l'ouvrage annexe 3303P - Chemin du Haut Saint-Denis, à Aubervilliers, au bord du canal Saint-Denis.

Il est à noter que la Morée, au droit du projet se présente dans la plus grande partie sous forme d'un collecteur intégré au réseau départemental de gestion des eaux pluviales.

Les autres ouvrages (gares et ouvrages annexes) sont trop éloignés des cours d'eau pour y envisager un rejet direct.

L'accord de principe des gestionnaires des cours d'eau sur le rejet des eaux pluviales et des eaux d'exhaure en phase chantier a été sollicité au cours des études de maîtrise d'œuvre. Voies Navigables de France pour le canal de Chelles, la Mairie de Paris pour le canal de l'Ourcq et le canal Saint-Denis, et le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis pour La Morée, ont confirmé la faisabilité de ces rejets, sous réserve de respect des normes d'acceptabilité.

Les rejets d'eaux pluviales ou d'eaux d'exhaure en rivière et en canal gérés par Voies Navigables de France sont soumis à une taxe hydraulique (article R.4316-3 du code des transports). Cette taxe est calculée sur la capacité de rejet installée et sur les quantités susceptibles de transiter par l'ouvrage. Pour calculer le montant de cette taxe et émettre les titres de perceptions correspondant, un dossier spécifique doit être adressé à Voies Navigables de France en précisant l'emplacement des points de rejets, les périodes de rejets, le débit maximal susceptible d'être rejeté par chaque point de rejet ; la configuration de l'ouvrage de rejet.

Les rejets d'eaux pluviales ou d'eaux d'exhaure dans les canaux de la Ville de Paris (canal de l'Ourcq et canal Saint-Denis) font aussi l'objet du paiement d'une redevance qui se décompose en deux parties : une première, liée à l'occupation du domaine public, et la seconde, liée au service rendu à l'utilisateur par la présence du rejet.

Rejet dans un réseau d'assainissement existant pluvial ou unitaire

Le rejet dans un réseau d'assainissement existant pluvial ou unitaire (après traitement qualitatif) peut concerner aussi bien les eaux pluviales que les eaux d'exhaure.

Pour tous les autres ouvrages des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, que les quatre cités précédemment, proches d'un cours d'eau, le principe du rejet au réseau d'assainissement pluvial ou unitaire est retenu. Selon les cas le rejet sera dirigé vers :

- le réseau d'eaux pluviales ;

- le réseau d'eaux unitaire.

Cette solution nécessite de la part de la Société du Grand Paris ou des entreprises titulaires d'un marché de travaux de génie civil :

- l'obtention d'une autorisation de rejet du propriétaire et du gestionnaire du réseau ;
- l'établissement d'une convention de rejet avec le propriétaire et du gestionnaire du réseau.

Ces deux documents administratifs fixent les exigences en termes de volumes et débits à respecter, mais aussi de qualité (cf. ci-après chapitre 4.4.6). Le délai de traitement de cette demande est de l'ordre de trois mois.

Le rejet au réseau d'assainissement pluvial ou unitaire donne lieu au versement d'une redevance d'assainissement. Un suivi volumétrique et analytique de qualité sera réalisé afin de calculer le montant de cette taxe.

Les eaux issues des nappes perchées éventuellement rencontrées seront pompées et rejetées au réseau après traitement qualitatif.

Les gestionnaires des réseaux potentiellement concernés par des rejets d'eaux pluviales et d'eaux d'exhaure ont été contactés au cours des études de maîtrise d'œuvre, afin de valider le principe de ces rejets (points de rejet, volumes et débits). La quasi-totalité des gestionnaires a émis un accord de principe sur les volumes pressentis, assorti éventuellement de limitations de débit, liées à la capacité des réseaux, notamment en période pluvieuse et sous réserve de respect des normes d'acceptabilité du point de vue qualitatif. Cette démarche avec les gestionnaires de réseaux sera poursuivie jusqu'à la conclusion des conventions de rejet entre le gestionnaire du réseau et la Société du Grand Paris ou les entreprises en charge des travaux de génie civil avant le démarrage des travaux.

- **Rejet par infiltration dans le sol**

Généralement les possibilités d'infiltration dans le sol sont assez réduites au droit du projet, du fait de perméabilités du sol parfois médiocres et de la proximité de la nappe par rapport au terrain naturel sur certaines sections.

Les capacités d'infiltration des eaux pluviales en phase chantier apparaissent ainsi très limitées au regard des surfaces disponibles sur les sites de travaux, qui ont été dimensionnées au plus juste, dans une logique de réduction des impacts et emprises sur les propriétés privées et l'espace public et ses usages.

Le rejet par infiltration ne peut pas concerner les eaux d'exhaure qui représentent des débits et volumes importants, sauf à mettre en œuvre des surfaces d'infiltration considérables dans des sites urbains et péri-urbains qui se caractérisent par une faible disponibilité de foncier.

Compte-tenu du caractère temporaire des travaux, des emprises réduites et des perméabilités du sol insuffisantes, cette technique n'a pas été retenue en phase chantier dans le cadre du projet.

- **Rejet par réinjection en nappe**

Cette technique est envisageable pour les eaux d'exhaure uniquement, du fait des volumes importants mis en jeu pour certains ouvrages. Il s'agit :

- d'une part, de réduire les rejets en surface, soit dans un réseau pluvial, soit dans un cours d'eau.
- d'autre part, de réduire l'effet du rabattement de la nappe du Bartonien lié aux pompages en fond de fouille des ouvrages, notamment au droit des étangs des entités « Parc départemental Georges Valbon » et « Parc départemental du Sausset » du site Natura 2000 / Zone de Protection Spéciale « sites de Seine-Saint-Denis », accueillant en particulier des espèces d'oiseaux protégées au titre de la directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages ;

Le principe de la réinjection doit être guidé par trois règles de base :

- Les rejets se font dans la même nappe que celle sollicitée par les pompages d'exhaure ;
- Dans la mesure du possible et sous réserve d'une efficacité acceptable, les puits de rejet sont positionnés dans l'emprise foncière des travaux ;
- Le débit de rejet est limité à 20 m^3/h par puits de réinjection.

Les modalités techniques de la réinjection en nappe restent à étudier de manière plus détaillée ainsi que l'évaluation des impacts par rapport à diverses thématiques environnementales, notamment sur les risques de dissolution du gypse. Ce n'est qu'une fois ces études réalisées que la faisabilité effective de cette solution pourra être validée. Il s'agit à ce stade d'une possibilité qui sera laissée aux entreprises, qui en étudieront les modalités dans le cadre de leurs offres.

4.4.2.3. Stratégie retenue par la SGP pour l'évacuation des eaux pluviales et des eaux d'exhaure en phase travaux

Au stade des études de phase « projet », la Société du Grand Paris a retenu les principes suivants pour l'évacuation des eaux pluviales et des eaux d'exhaure en phase chantier :

- **Les eaux issues des travaux des quatre ouvrages proches de cours d'eau et canaux seront obligatoirement rejetées dans ces exutoires** :
  - Le canal de Chelles pour les eaux issues du chantier de l'ouvrage annexe 0701P - Rue V. Hugo, à Chelles ;
  - Le canal de l'Ourcq pour les eaux issues du chantier de la gare Sevran-Livry, à Sevran ;
  - La Morée pour les eaux issues du chantier de l'ouvrage annexe 0201P - échangeur A3, à Aulnay-sous-Bois ;
  - Le canal Saint-Denis pour les eaux issues du chantier de l'ouvrage annexe 3303P - Chemin du Haut Saint-Denis, à Aubervilliers.
- **A défaut de cours d'eau suffisamment proche, les eaux issues des travaux de tous les autres ouvrages (gares et ouvrages annexes) seront, en solution de base, rejetées dans les réseaux d'assainissement pluvial** (ou unitaire), en respectant les

conditions de rejet (débit, volume, qualité, taxes) fixées par le gestionnaire local du réseau ;

- **L'infiltration n'est pas une solution adaptée à la gestion des eaux pluviales et des eaux d'exhaure en phase chantier** compte-tenu de la perméabilité limitée des terrains, des volumes d'eau importants à gérer, de l'exiguïté des emprises travaux et du caractère temporaire de ces installations ;

- **La réinjection en nappe des eaux d'exhaure est une possibilité donnée aux entreprises** pour contribuer à la réduction des impacts de rabattement de nappe et de rejet aux réseaux. Elle sera inscrite dans les dossiers de consultation des entreprises. La mise en œuvre de solutions de réinjection en nappe des eaux d'exhaure dépendra des modalités techniques et économiques que les entreprises proposeront dans leur offre, en prenant en compte l'impact sur les risques de dissolution du gypse. Ce n'est qu'une fois ces études réalisées que la faisabilité effective de cette solution pourra être validée.

4.4.2.4. Synthèse et justification des modalités de rejet en phase travaux

Le tableau présenté en pages suivantes synthétise et justifie par ouvrage le mode d'évacuation des eaux pluviales et des eaux d'exhaure retenu en phase travaux. Quelques commentaires peuvent être apportés :

- Les distances des ouvrages au cours d'eau ou canaux les plus proches sont mesurées « à vol d'oiseau » ; en milieu urbain, la longueur réelle d'une canalisation temporaire vers ces exutoires serait nécessairement plus importante ;

- Les cours d'eau « enterrés » mentionnés dans le tableau sont des sections intégrées au réseau d'assainissement ;

- Outre la faible présence, au droit du projet, de vrais cours d'eau (La Marne, La Morée à ciel ouvert sur seulement 1,5 km au niveau de l'ouvrage annexe 0201P - échangeur A3) et de canaux (canal de Chelles, canal de l'Ourcq et canal Saint-Denis), dans lesquels des rejets sont susceptibles d'être effectués, la distance à ces exutoires est le plus souvent rédhibitoire en milieu urbanisé (plusieurs centaines de mètres, voire plus), compte-tenu de la nécessité de pose d'une canalisation temporaire pendant plusieurs mois avec des contraintes fortes d'occupation de l'espace public, de traversées de rues et de maintien d'accès riverains ;

- Les lignes surlignées en bleu correspondent aux rejets possibles en cours d'eau et canaux ;

- Les cases de la colonne « Exutoire retenu : réseau ou cours d'eau » indiquent par un jeu de couleurs les réponses des gestionnaires des exutoires retenus contactés au cours des études de maîtrise d'œuvre, sur la possibilité d'accepter ces points rejets du point de vue quantitatif :
  - case verte : rejet possible d'un point de vue quantitatif ;
  - case jaune : rejet possible sous conditions ;
  - case blanche : pas de contact ou pas réponse à ce jour ;

- Les ouvrages 0704P - Bd de Nesles, 0601P - Rue des Abricots, 06CMF - gare Clichy-Montfermeil, 0504P - Allée de Gagny, et 0503P - Chemin de Clichy, compte-tenu de leur position au-dessus du toit de la nappe du Bartonien, ne sont pas concernés par des rejets d'eau d'exhaure au sens d'un pompage dans un puits de rabattement sous le radier pendant leur construction, mais à de simples pompages d'épuisement de l'eau présente en fond de fouille, avec des débits beaucoup plus limités.

Code ouvrage	Nom de l'ouvrage / adresse	Type d'ouvrage et fonction	Cours d'eau le plus proche / distance	Réseau pluvial ou unitaire le plus proche / distance	Exutoire retenu : réseau ou cours d'eau	Justification de l'exutoire	Adresse du point de rejet	Gestionnaire de l'exutoire
ARG NCH	Arrière gare de Noisy-Champs	Entrée du tunnelier 9	Ru du Merdereau / 1,36 km	Pluvial / 20 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial en capacité d'accepter le rejet	Carrefour rue N Mandela / rue J Wiener, Champs-sur-Marne	Communauté d'Agglomération Paris Vallée de la Marne
0704P	Bd de Nesles	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	La Marne / 1,15 km Ru du Merdereau / 1,3 km	Pluvial / 10 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial en capacité d'accepter le rejet	Bd de Nesles, Champs-sur-Marne	Communauté d'Agglomération Paris Vallée de la Marne
0703P	Rd-pt Bd du Bel Air	Ouvrage annexe : accès secours	La Marne / 0,7 km Ru du Merdereau / 1,24 km	Pluvial / 120 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain	Rue Aristide Briand, Gournay-sur-Marne	Ville Gournay-sur-Marne
0702P	Av des Champs	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	La Marne / 0,35 km Ru du Merdereau / 1,2 km	Pluvial / 20 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial en capacité d'accepter le rejet	Avenue du Maréchal Joffre, Gournay-sur-Marne	Ville Gournay-sur-Marne
0701P	Rue V. Hugo	Ouvrage annexe : accès secours	Canal de Chelles / 25 m	Pluvial / 20 m	**Canal de Chelles**	Proximité du canal en capacité d'accepter le rejet	Rue Victor Hugo, Chelles	Voies Navigables de France
07CHL	**Chelles**	**Gare**	Canal de Chelles / 0,7 km	Pluvial / 20 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial en capacité d'accepter le rejet	Boulevard Chilpéric, Chelles	Communauté d'Agglomération Paris Vallée de la Marne
0605P	Rue G. Nast	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Canal de Chelles / 1,4 km	Pluvial / 20 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial en capacité d'accepter le rejet	Rue Gustave Nast, Chelles	Communauté d'Agglomération Paris Vallée de la Marne
0604P	Allée de la Noue Brossard	Ouvrage annexe : accès secours	Canal de Chelles /1,92 km	Pluvial / 100 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain	Rue des Sources, Chelles	DEA CD93
0603P	Chemin de la Peau Grasse	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entrée du tunnelier 8 / sortie du tunnelier 9	Canal de Chelles / 2,24 km	Pluvial / 70 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial en capacité d'accepter le rejet	Rue du Clos Roger / Ch Peau Grasse, Chelles	Communauté d'Agglomération Paris Vallée de la Marne
0602P	Av des Perdrix	Ouvrage annexe : accès secours	Amont canalisé du ru de Chantereine / 1,6 km	Pluvial / 10 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial en capacité d'accepter le rejet	Avenue des Perdrix, Montfermeil	Métropole T9
0601P	Rue des Abricots	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Amont canalisé du ru de Chantereine / 1,2 km	Pluvial / <50 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial	Montfermeil	Métropole T9
06CMF	**Clichy - Montfermeil**	**Gare**	Amont canalisé du ru de Chantereine / 1 km	Pluvial / <50 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial	Clichy-sous-Bois / Montfermeil	Métropole T9
0504P	Allée de Gagny	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Amont canalisé du ru de Chantereine / 1,5 km Canal de l'Ourcq / 2,9 km	Pluvial / <50 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial	Clichy-sous-Bois	-

Code ouvrage	Nom de l'ouvrage / adresse	Type d'ouvrage et fonction	Cours d'eau le plus proche / distance	Réseau pluvial ou unitaire le plus proche / distance	Exutoire retenu : réseau ou cours d'eau	Justification de l'exutoire	Adresse du point de rejet	Gestionnaire de l'exutoire
0503P	Chemin de Clichy	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Amont canalisé du ru de Chantereine / 2,15 km Canal de l'Ourcq / 2,15 km	Pluvial / <50 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial	Livry-Gargan	-
0502P	Allée des Bosquets	Ouvrage annexe : accès secours	Canal de l'Ourcq / 1,42 km	Unitaire / 20 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire	Allée des Bosquets, Livry-Gargan	Ville Livry-Gargan
0501P	Chemin de la Mare au Chanvre	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Sortie des tunneliers 7 et 8	Canal de l'Ourcq / 0,75 km	Pluvial / 20 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau pluvial	Rue de la Mare au Chanvre, Sevran	Ville Sevran ou Livry-Gargan
05SEL	**Sevran - Livry**	**Gare**	Canal de l'Ourcq / 10 m	-	**Canal de l'Ourcq**	Proximité du canal	Place de la Gare, Sevran	Ville de Paris Service des Canaux
0401P	Rue H. Becquerel	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Amont enterré de La Morée / 0,51 km Canal de l'Ourcq / 0,85 km	Pluvial / 10 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire	Rue Henri Becquerel, Sevran	Métropole T7
04SEB	**Sevran - Beaudottes**	**Gare**	Le Sausset (non enterré) / 1,42 km Amont enterré de La Morée / 1,1 km	Pluvial / 20 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain et site Natura 2000 Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Carrefour Av S Allende / Av A Toutain, Sevran	DEA CD93
0303P	Rue du Dr Fleming	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Le Sausset (non enterré) / 1 km Le Sausset (enterré) / 0,8 km	Pluvial / 10 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain et site Natura 2000 Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Carrefour rue A Paré / rue Dr Fleming, Aulnay-sous-Bois	Métropole T7
0302P	Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy	Ouvrage annexe : accès secours	Le Sausset (enterré) / 0,3 km	Pluvial / 20 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Carrefour av Savigny / rue C Debussy, Aulnay-sous-Bois	Métropole T7
0301P	Carrefour Bd M. Chagall / Rue E. Delacroix	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Le Sausset (enterré) / 150 m	Pluvial / 10 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Carrefour Bd Chagall / Delacroix, Aulnay-sous-Bois	Métropole T7
03ALN	**Aulnay**	**Gare**	Le Sausset (enterré) / 0,8 km La Morée (non enterrée) / 1 km	Pluvial / 20 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Entre Bd Chagall / rue Cézanne, Aulnay-sous-Bois	DVD CD 93
0220P	Ancien site PSA	Ouvrage annexe : accès secours Entrée du tunnelier 6	Ruisseau affluent de la Morée / 1 km	Pluvial / 100 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte d'échangeur autoroutier Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	RN370-Bd Georges Braque, Aulnay-sous-Bois	DVD CD 93
0210P	Rd-pt RD40	Ouvrage annexe : accès secours	La Morée (non enterrée) / 0,9 km	Pluvial / 10 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain et autoroutier Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Carrefour Louis Armand, Aulnay-sous-Bois	DVD CD 93
0202P	Terre-plein RN2	Ouvrage annexe : accès	La Morée (non enterrée) /	Pluvial / 30 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en	RN 2 entre A3 et	DVD CD 93

Code ouvrage	Nom de l'ouvrage / adresse	Type d'ouvrage et fonction	Cours d'eau le plus proche / distance	Réseau pluvial ou unitaire le plus proche / distance	Exutoire retenu : réseau ou cours d'eau	Justification de l'exutoire	Adresse du point de rejet	Gestionnaire de l'exutoire
		secours et ventilation Entonnement - débranchement vers SMI/SMR d'Aulnay Entrée du tunnelier 7	0,6 km			contexte urbain et d'échangeur autoroutier Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	RN 370, Aulnay-sous-Bois	
0201P	Échangeur A3	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	La Morée (non enterrée) / 50 m	-	**La Morée**	Proximité du cours d'eau	Bretelle RN 2 Province > A 3 Paris, Le Blanc-Mesnil	DEA CD 93
02LBM	**Le Blanc-Mesnil**	**Gare**	La Morée (non enterrée) / 0,6 km	Unitaire / 50 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Avenue de la Division Leclerc, Le Blanc-Mesnil	Ville Le Blanc-Mesnil
0104P	Rue V. Hugo	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Sortie des tunneliers 5 et 6	La Morée (non enterrée) / 1,3 km La Molette (enterrée) / 0,45 km	Unitaire / 20 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue Victor Hugo, Le Blanc-Mesnil	Ville Le Blanc-Mesnil
0103P	Av C. Floquet	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	La Morée (non enterrée) / 1,8 km La Molette (enterrée) / 60 m	Pluvial / 80 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue Charles Floquet, Le Blanc-Mesnil	DEA CD 93
0102P	Rue E. Vaillant	Ouvrage annexe : accès secours	La Molette (enterrée) / 20 m	Unitaire / 20 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue Edouart Vaillant, Le Bourget	DEA CD 93
0101P	Rue du Cdt Rolland	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement Est Ligne 16 - Ligne 17 Sortie des tunneliers 4A et 4B	La Molette (enterrée) / 120 m	Unitaire / 20 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue du Commandant Rolland, Le Bourget	DEA CD 93
01LBG	**Le Bourget RER**	**Gare**	La Molette (enterrée) / 0,65 km	Unitaire / 40 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Avenue de la Division Leclerc, Le Bourget	Métropole T7
0100P	Rue de Verdun	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement Ouest Ligne 16 – Ligne 17 Entrée des tunneliers 3, 4A, 4B et 5	La Molette (enterrée) / 0,9 km	Unitaire / 50 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue de Verdun, La Courneuve	Métropole T6
3403P	Rue de Verdun	Ouvrage annexe : accès secours	La Molette (enterrée) / 1,2 km	Unitaire / 100 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue de Verdun, La Courneuve	Métropole T6
3402P	Rue D. September	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	La Vieille Mer (enterrée) / 1,6 km	Unitaire / 10 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain et site Natura 2000	Rue Dulcie September, La	Métropole T6

Code ouvrage	Nom de l'ouvrage / adresse	Type d'ouvrage et fonction	Cours d'eau le plus proche / distance	Réseau pluvial ou unitaire le plus proche / distance	Exutoire retenu : réseau ou cours d'eau	Justification de l'exutoire	Adresse du point de rejet	Gestionnaire de l'exutoire
						Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Courneuve	
3401P	Av de la République	Ouvrage annexe : accès secours	La Vieille Mer (enterrée) / 1,3 km	Unitaire / 10 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain et site Natura 2000 Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Avenue de la République, La Courneuve	Métropole T6
34LCO	**La Courneuve « Six Routes »**	**Gare**	La Vieille Mer (enterrée) / 1,3 km Canal Saint-Denis / 1,5 km	Unitaire / 20 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue de St-Denis, La Courneuve	DEA CD 93
3304P	Rue F. de Pressensé	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Canal Saint-Denis / 0,65 km	Unitaire / 10 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue du Franc-Moisin, Saint-Denis	DEA CD 93
3303P	Chemin du Haut Saint-Denis	Ouvrage annexe : accès secours Entrée / sortie de tunneliers	Canal Saint-Denis / 40 m	-	**Canal Saint Denis**	Proximité du canal	Quais J.M. Tjibaou, Aubervilliers	Ville de Paris Service des Canaux
3302P	Stade N. Mandela	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entrée du tunnelier 1	Canal Saint-Denis / 0,6 km	Pluvial / 70 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue Paul Lafargue, Saint-Denis	Métropole T6
6301P	Rue des Cheminots	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Canal Saint-Denis / 1,2 km	Pluvial / 10 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue Federico Fellini, Saint-Denis	Métropole T6
3301P	Place aux Etoiles	Ouvrage annexe : accès secours	Canal Saint-Denis / 1 km	Pluvial / 10 m	**Réseau pluvial**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Avenue François Mitterrand, Saint-Denis	Métropole T6
33SDP	**Saint-Denis-Pleyel**	**Gare**	La Seine / 1,1 km Canal Saint-Denis / 1,2 km	Unitaire / 20 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue Pleyel, Saint-Denis	Métropole T6
6302P	Bd A. France	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Sortie du tunnelier 1	-	-	-	Pas de rejet, puits déjà creusé dans le cadre du prolongement de la ligne 14	-	-
3300P	Bd Finot	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement liaison lignes 16-17 sud et ligne 15 Sortie du tunnelier 2A	La Seine / 0,4 km	Unitaire / 80 m	**Réseau unitaire**	Cours d'eau trop éloigné en contexte urbain Proximité du réseau unitaire en capacité d'accepter le rejet	Rue de St-Denis, Saint-Ouen	Métropole T6

Synthèse des points de rejet des eaux pluviales et eaux d'exhaure pour les gares et les ouvrages annexes des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord en phase travaux

4.4.2.5. Evaluation quantitative des eaux d'exhaure des ouvrages en phase travaux

Méthode d'évaluation

L'estimation des débits et volumes d'exhaure en phase travaux prend en compte différents types d'ouvrages et de travaux, à savoir :

- La construction des boites des gares ;
- La construction des ouvrages annexes, dont les ouvrages spéciaux (entonnements) ;
- La réalisation des ouvrages d'interconnexion situés sous le niveau de la nappe ;
- La réalisation des rameaux de jonction entre les ouvrages annexes et le tunnel ;
- L'essorage des déblais du tunnel.

Sur la base des données disponibles dans la bibliographie et les données hydrogéologiques acquises dans le cadre des missions géotechniques, des intervalles de perméabilité attendue pour les différentes couches lithologiques ont été définis pour chaque ouvrage.

Le calcul du débit d'exhaure à pomper en phase chantier a été réalisé en prenant en compte les perméabilités horizontales et verticales des formations géologiques rencontrées et simulé à l'aide d'un modèle hydrogéologique développé avec le logiciel Egis Talisman (simulation 3D par volumes finis). L'objectif est de rabattre la nappe à une cote de débordement correspondant au fond de fouille -0.50 m.

Des hypothèses « sécuritaires » ont été adoptées en attendant les résultats de pompages d'essais qui seront réalisés par les entreprises au début de la phase chantier. Cela signifie que les débits de référence évalués sont parfois surestimés (hors éventuelles anomalies locales imprévisibles).

Les cours d'eau et les réseaux d'assainissement pluvial disponibles et leur typologie ont été identifiés au droit des futures emprises de chantier. Les points de rejets ont ensuite été retenus en fonction de de la proximité des exutoires.

Présentation des résultats

Le tableau des pages suivantes et les cartes associées présentent les solutions de rejet retenues en solution de base en phase travaux pour chaque ouvrage.

Les volumes d'exhaure pompés au niveau des gares sont, sauf cas particulier, plus importants que ceux pompés au niveau des ouvrages annexes (hors ouvrages spéciaux / entonnements), car il s'agit d'ouvrages de grandes dimensions avec des périodes de pompages plus longues. En effet, pour les gares, les pompages doivent être réalisés depuis le terrassement à l'intérieur des parois moulées jusqu'à l'achèvement du génie civil afin d'assurer leur stabilité ; pour les ouvrages annexes de dimensions plus modestes, les pompages d'exhaure sont réalisés depuis le terrassement et s'arrêtent avec la réalisation du radier en fond d'ouvrage.

Certains ouvrages où sont collectées en plus des débits d'exhaure les eaux issues du fonctionnement des tunneliers, présentent aussi des volumes d'exhaure importants.

En effet, chaque tunnelier est alimenté en eau pour son fonctionnement et rejette de l'eau au niveau de son puits d'attaque. En l'absence de connaissance des types de tunneliers qui seront proposés par les entreprises de génie civil dans le cadre de leurs offres pour le creusement du tunnel (tunnelier à pression de boue ou tunnelier à pression de terre), le débit d'alimentation d'un tunnelier a été fixé de façon « sécuritaire » à 50 m^3/heure.

Les ouvrages utilisés pour lancer les tunneliers et évacuer les déblais et l'eau associée sont les suivants :

- Arrière gare de Noisy-Champs, à Champs-sur-Marne (tunnelier 9) ;
- Ouvrage annexe 0603P - chemin de la Peau Grasse, à Chelles (tunnelier 8) ;
- Ouvrage annexe 0220P - ancien site PSA, à Aulnay-sous-Bois (tunnelier 6) ;
- Ouvrage annexe 0202P - terre-plein RN2, à Aulnay-sous-Bois (tunnelier 7) ;
- Ouvrage annexe 0100P - entonnement ouest, rue de Verdun, à La Courneuve (tunneliers 3, 4A, 4B et 5) ;
- Ouvrage annexe 3303P - chemin du Haut Saint-Denis, à Aubervilliers (tunnelier 2A) ;
- Ouvrage annexe 3302P - stade N. Mandela, à Saint-Denis (tunnelier 1).

Enfin, on notera que plusieurs ouvrages dont le radier est fondé au-dessus du toit de la nappe du Bartonien ne font pas l'objet de pompages d'exhaure dans un puits sous le radier pendant leur construction. Pour ces cinq ouvrages, seul un épuisement des eaux présentes en fond de fouille sera réalisé, avec des débits beaucoup plus limités :

- Ouvrage annexe 0704P - Bd de Nesles, à Champs-sur-Marne ;
- Ouvrage annexe 0601P - Rue des Abricots, à Montfermeil ;
- Gare 06CMF - Clichy - Montfermeil , à Clichy-sous-Bois et Montfermeil ;
- Ouvrage annexe 0504P - Allée de Gagny, à Clichy-sous-Bois ;
- Ouvrage annexe 0503P - Chemin de Clichy, à Livry-Gargan.

Dans le tableau suivant :

- Les rejets d'exhaure dans des cours d'eau sont mis en exergue par le surlignage de la ligne concernée en bleu clair ;
- Les rejets d'exhaure relatifs aux ouvrages d'interconnexion de la SNCF sont distingués par des caractères rouges ; ceux relatifs aux ouvrages de la SGP sont en caractères noirs ;
- Les valeurs relatives aux tunneliers sont individualisées au sein d'un même point de rejet ;
- Les ouvrages complexes de type gare peuvent comporter plusieurs phases de rejets avec recouvrement partiel ; elles sont individualisées sous forme de plusieurs lignes de valeurs.

Code ouvrage	Nom de l'ouvrage / adresse	Type d'ouvrage et fonction	Exutoire retenu : réseau ou cours d'eau	Adresse du point de rejet	Gestionnaire de l'exutoire	Débit de référence (m^3/h)	Durée totale de prélèvement (mois)	Volume total rejeté (m^3)*
ARG NCH	Arrière gare de Noisy-Champs	Entrée du tunnelier 9	**Réseau pluvial**	Carrefour rue N Mandela / rue J Wiener, Champs-sur-Marne	Communauté d'Agglomération Paris Vallée de la Marne	50	24	856 800
0704P	Bd de Nesles	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau pluvial**	Bd de Nesles, Champs-sur-Marne	Communauté d'Agglomération Paris Vallée de la Marne	12	4	25 630
0703P	Rd-pt Bd du Bel Air	Ouvrage annexe : accès secours	**Réseau pluvial**	Rue Aristide Briand, Gournay-sur-Marne	Ville Gournay-sur-Marne	55	4	100 980
0702P	Av des Champs	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau pluvial**	Avenue du Maréchal Joffre, Gournay-sur-Marne	Ville Gournay-sur-Marne	70	4	149 520
0701P	Rue V. Hugo	Ouvrage annexe : accès secours	**Canal de Chelles**	Rue Victor Hugo, Chelles	Voies Navigables de France	27	4	48 270
07CHL	**Chelles**	**Gare**	**Réseau pluvial**	Boulevard Chilpéric, Chelles	Communauté d'Agglomération Paris Vallée de la Marne	25 80	37 5	614 100 238 080
0605P	Rue G. Nast	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau pluvial**	Rue Gustave Nast, Chelles	Communauté d'Agglomération Paris Vallée de la Marne	50	17	586 800
0604P	Allée de la Noue Brossard	Ouvrage annexe : accès secours	**Réseau pluvial**	Rue des Sources, Chelles	DEA CD93	21	4	38 060
0603P	Chemin de la Peau Grasse	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entrée du tunnelier 8 / sortie du tunnelier 9	**Réseau pluvial**	Rue du Clos Roger / Ch Peau Grasse, Chelles	Communauté d'Agglomération Paris Vallée de la Marne	54 (OA) 50 (tunnelier)	5 23	134 140 840 000
0602P	Av des Perdrix	Ouvrage annexe : accès secours	**Réseau pluvial**	Avenue des Perdrix, Montfermeil	Métropole T9	10	3	15 000
0601P	Rue des Abricots	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau pluvial**	Montfermeil	Métropole T9	10	4	17 760
06CMF	**Clichy - Montfermeil**	**Gare**	**Réseau pluvial**	Clichy-sous-Bois / Montfermeil	Métropole T9	10	18	69 720
0504P	Allée de Gagny	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau pluvial**	Clichy-sous-Bois	-	10	4	18 600
0503P	Chemin de Clichy	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau pluvial**	Livry-Gargan	-	10	7	39 840
0502P	Allée des Bosquets	Ouvrage annexe : accès secours	**Réseau unitaire**	Allée des Bosquets, Livry-Gargan	Ville Livry-Gargan	70	6	195 720
0501P	Chemin de la Mare au Chanvre	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Sortie des tunneliers 7 et 8	**Réseau pluvial**	Rue de la Mare au Chanvre, Sevran	Ville Sevran ou Livry-Gargan	62	5	142 100

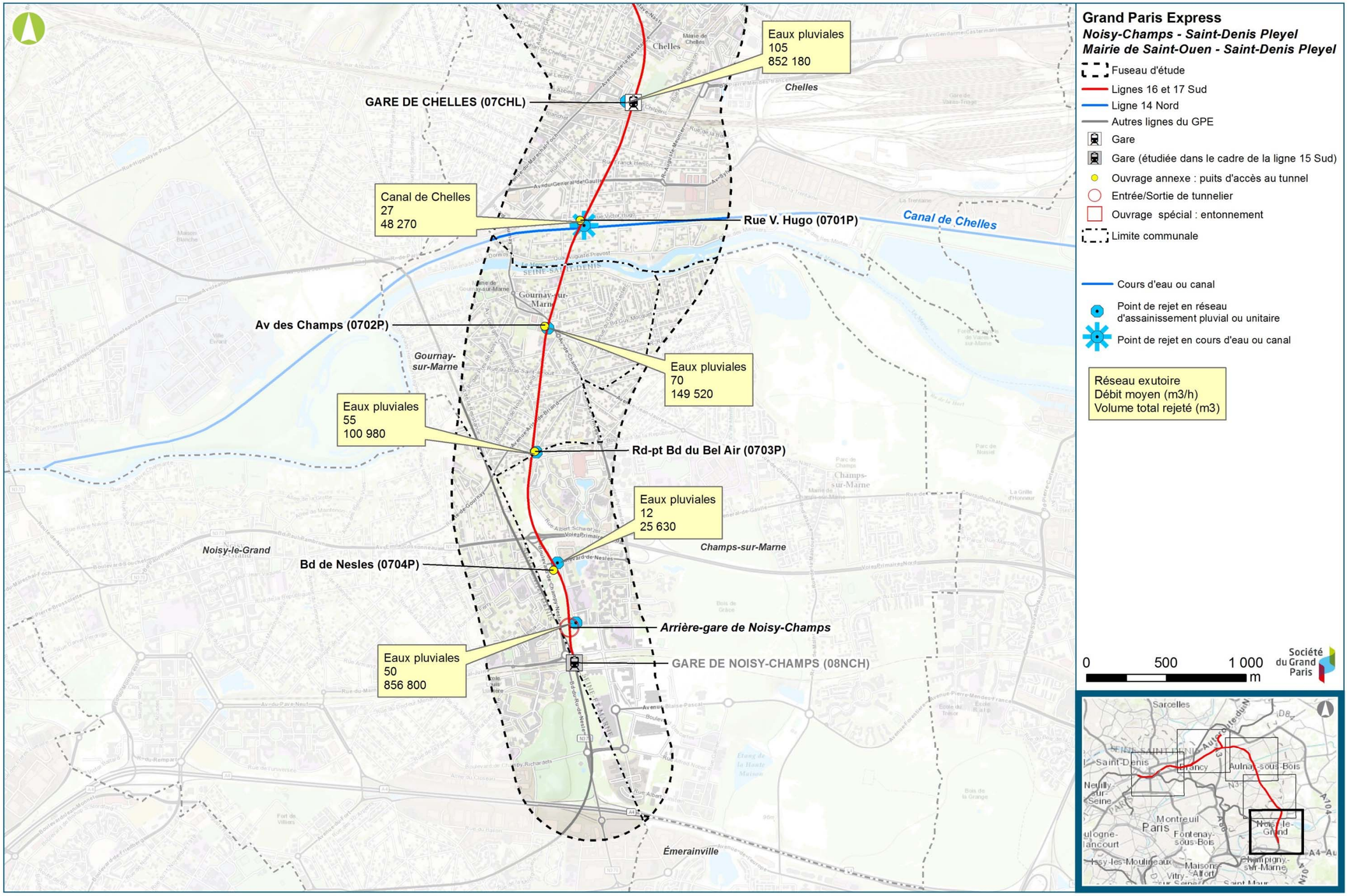
Code ouvrage	Nom de l'ouvrage / adresse	Type d'ouvrage et fonction	Exutoire retenu : réseau ou cours d'eau	Adresse du point de rejet	Gestionnaire de l'exutoire	Débit de référence (m^3/h)	Durée totale de prélèvement (mois)	Volume total rejeté (m^3)*
05SEL	**Sevran - Livry**	**Gare**	**Canal de l'Ourcq**	Place de la Gare, Sevran	Ville de Paris - Service des Canaux	110 (SGP) 60 (SGP) 30 (SGP) 20-50 (SNCF) 5-20 (SNCF)	27 7 3 11 semaines 12 semaines	1 681 680 227 520 53 640 92 400 40 320
0401P	Rue H. Becquerel	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau pluvial**	Rue Henri Becquerel, Sevran	Métropole T7	95	17	1 026 000
04SEB	**Sevran - Beaudottes**	**Gare** Puits SNCF Passage souterrain SNCF	**Réseau pluvial**	Carrefour Av S Allende / Av A Toutain, Sevran	DEA CD93	80 (SGP) 70 (SGP) 50 (SNCF) 50 (SNCF)	17 8 34 semaines 11 semaines	603 840 363 720 571 200 92 400
0303P	Rue du Dr Fleming	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau pluvial**	Carrefour rue A Paré / rue Dr Fleming, Aulnay-sous-Bois	Métropole T7	30	6	86 040
0302P	Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy	Ouvrage annexe : accès secours	**Réseau pluvial**	Carrefour av Savigny / rue C Debussy, Aulnay-sous-Bois	Métropole T7	40	5	101 760
0301P	Carrefour Bd M. Chagall / Rue E. Delacroix	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau pluvial**	Carrefour Bd Chagall / Delacroix, Aulnay-sous-Bois	Métropole T7	50	5	136 200
03ALN	**Aulnay**	**Gare**	**Réseau pluvial**	Entre Bd Chagall / rue Cézanne, Aulnay-sous-Bois	DVD CD 93	85	10	556 920
0220P	Ancien site PSA	Ouvrage annexe : accès secours Entrée du tunnelier 6	**Réseau pluvial**	RN370-Bd Georges Braque, Aulnay-sous-Bois	DVD CD 93	65 (OA) 50 (tunnelier)	8 18	329 940 622 800
0210P	Rd-pt RD40	Ouvrage annexe : accès secours	**Réseau pluvial**	Carrefour Louis Armand, Aulnay-sous-Bois	DVD CD 93	15	4	27 540
0202P	Terre-plein RN2	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement - débranchement vers SMI/SMR d'Aulnay Entrée du tunnelier 7	**Réseau pluvial**	RN 2 entre A3 et RN 370, Aulnay-sous-Bois	DVD CD 93	152 (OA) 50 (tunnelier)	25 27	2 621 080 987 600
0201P	Échangeur A3	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**La Morée**	Bretelle RN 2 Province > A 3 Paris, Le Blanc-Mesnil	DEA CD 93	40	4	71 040
02LBM	**Le Blanc-Mesnil**	**Gare**	**Réseau unitaire**	Avenue de la Division Leclerc, Le Blanc-Mesnil	Ville Le Blanc-Mesnil	60	27	1 121 040
0104P	Rue V. Hugo	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Sortie des tunneliers 5 et 6	**Réseau unitaire**	Rue Victor Hugo, Le Blanc-Mesnil	Ville Le Blanc-Mesnil	29	6	91 870
0103P	Av C. Floquet	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau pluvial**	Rue Charles Floquet, Le Blanc-Mesnil	DEA CD 93	44	3	72 330

Code ouvrage	Nom de l'ouvrage / adresse	Type d'ouvrage et fonction	Exutoire retenu : réseau ou cours d'eau	Adresse du point de rejet	Gestionnaire de l'exutoire	Débit de référence (m^3/h)	Durée totale de prélèvement (mois)	Volume total rejeté (m^3)*
0102P	Rue E. Vaillant	Ouvrage annexe : accès secours	**Réseau unitaire**	Rue Edouart Vaillant, Le Bourget	DEA CD 93	45	4	81 540
0101P	Rue du Cdt Rolland	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement Est Ligne 16 - Ligne 17 Sortie des tunneliers 4A et 4B	**Réseau unitaire**	Rue du Commandant Rolland, Le Bourget	DEA CD 93	25	10	115 500
01LBG	**Le Bourget RER**	**Gare**	**Réseau unitaire**	Avenue de la Division Leclerc, Le Bourget	Métropole T7	20	26	227 040
0100P	Rue de Verdun	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement Ouest Ligne 16 – Ligne 17 Entrée des tunneliers 3, 4A, 4B et 5	**Réseau unitaire**	Rue de Verdun, La Courneuve	Métropole T6	30 (OA) 50 (tunnelier 3) 50 (tunnelier 4A) 50 (tunnelier 4B) 50 (tunnelier 5)	9 18 7 7 14	105 840 622 800 254 400 255 600 512 400
3403P	Rue de Verdun	Ouvrage annexe : accès secours	**Réseau unitaire**	Rue de Verdun, La Courneuve	Métropole T6	55	4	93 720
3402P	Rue D. September	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau unitaire**	Rue Dulcie September, La Courneuve	Métropole T6	104	8	399 360
3401P	Av de la République	Ouvrage annexe : accès secours	**Réseau unitaire**	Avenue de la République, La Courneuve	Métropole T6	63	4	111 130
34LCO	**La Courneuve « Six Routes »**	**Gare**	**Réseau unitaire**	Rue de St-Denis, La Courneuve	DEA CD 93	30	19	389 160
3304P	Rue F. de Pressensé	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau unitaire**	Rue du Franc-Moisin, Saint-Denis	DEA CD 93	55	6	165 660
3303P	Chemin du Haut Saint-Denis	Ouvrage annexe : accès secours Entrée du tunnelier 2A Sortie du tunnelier 3	**Canal Saint Denis**	Quais J.M. Tjibaou, Aubervilliers	Ville de Paris - Service des Canaux	90 (OA) 50 (tunnelier 2A)	6 12	258 120 439 200
3302P	Stade N. Mandela	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entrée du tunnelier 1	**Réseau pluvial**	Rue Paul Lafargue, Saint-Denis	Métropole T6	5 (OA) 50 (tunnelier 1)	15 9	31 560 328 800
6301P	Rue des Cheminots	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	**Réseau pluvial**	Rue Federico Fellini, Saint-Denis	Métropole T6	12	17	122 980
3301P	Place aux Etoiles	Ouvrage annexe : accès secours	**Réseau pluvial**	Avenue François Mitterrand, Saint-Denis	Métropole T6	14	4	21 340
33SDP	**Saint-Denis Pleyel**	**Gare**	**Réseau unitaire**	Rue Pleyel, Saint-Denis	Métropole T6	40	42	807 840
6302P	Bd A. France	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Sortie du tunnelier 1	-	-	-	Pas de rejet (puits déjà creusé)		

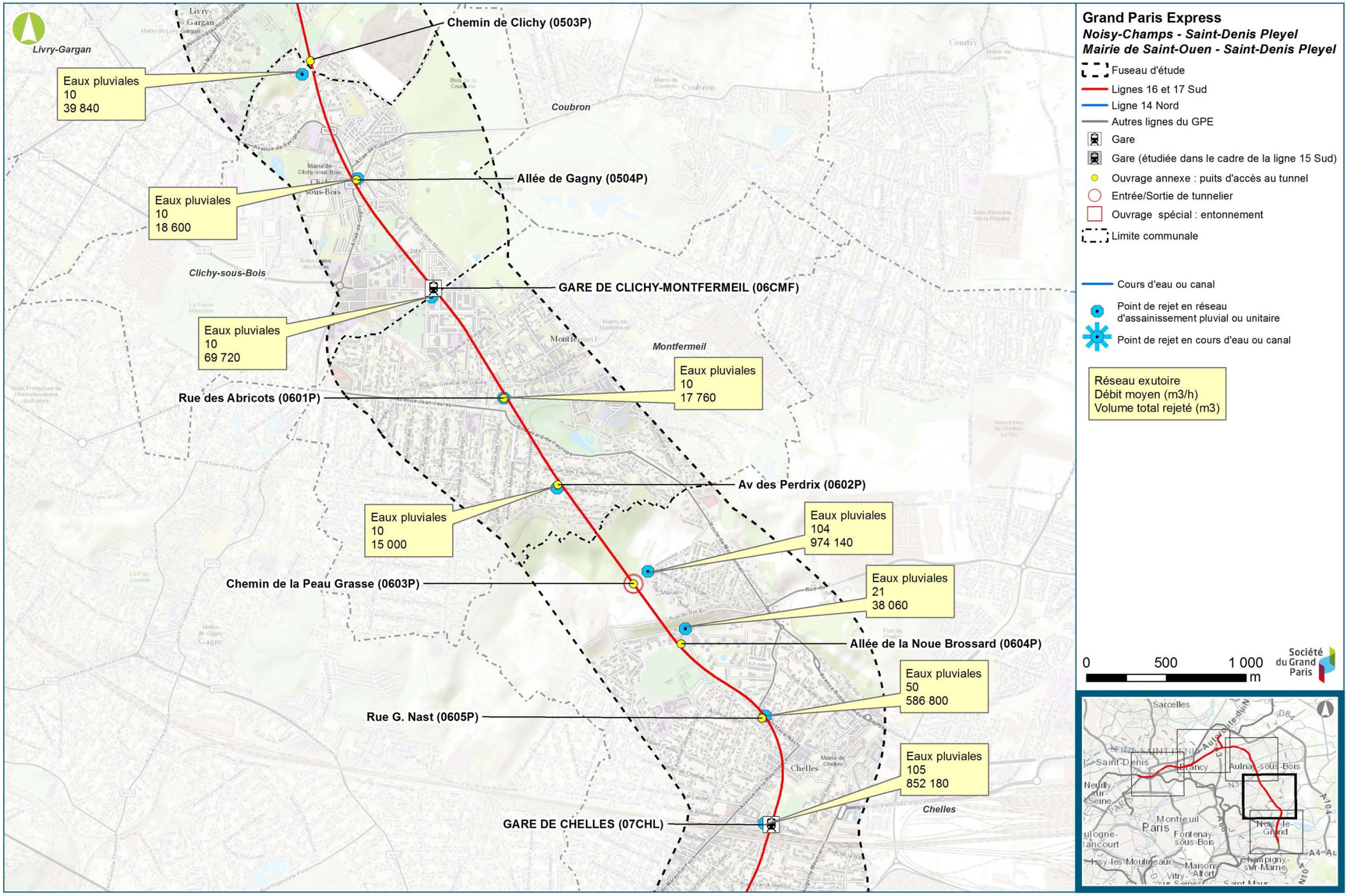
Code ouvrage	Nom de l'ouvrage / adresse	Type d'ouvrage et fonction	Exutoire retenu : réseau ou cours d'eau	Adresse du point de rejet	Gestionnaire de l'exutoire	Débit de référence (m^3/h)	Durée totale de prélèvement (mois)	Volume total rejeté (m^3)*
3300P	Bd Finot	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement liaison lignes 16-17 sud / ligne 15 Sortie du tunnelier 2A	**Réseau unitaire**	Rue de St-Denis, Saint-Ouen	Métropole T6	12	15	71 430
							Total volumes des rejets SGP	**20 329 100**
							Total volumes des rejets SNCF Réseau	**796 320**
							TOTAL GLOBAL VOLUMES DES REJETS SGP + SNCF Réseau	**21 125 420**
							dont total volumes des rejets en cours d'eau	**2 912 190**
							dont total volumes des rejets en réseau	**18 213 230**

Synthèse des débits d'exhaure pour les gares et les ouvrages annexes des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord en phase travaux

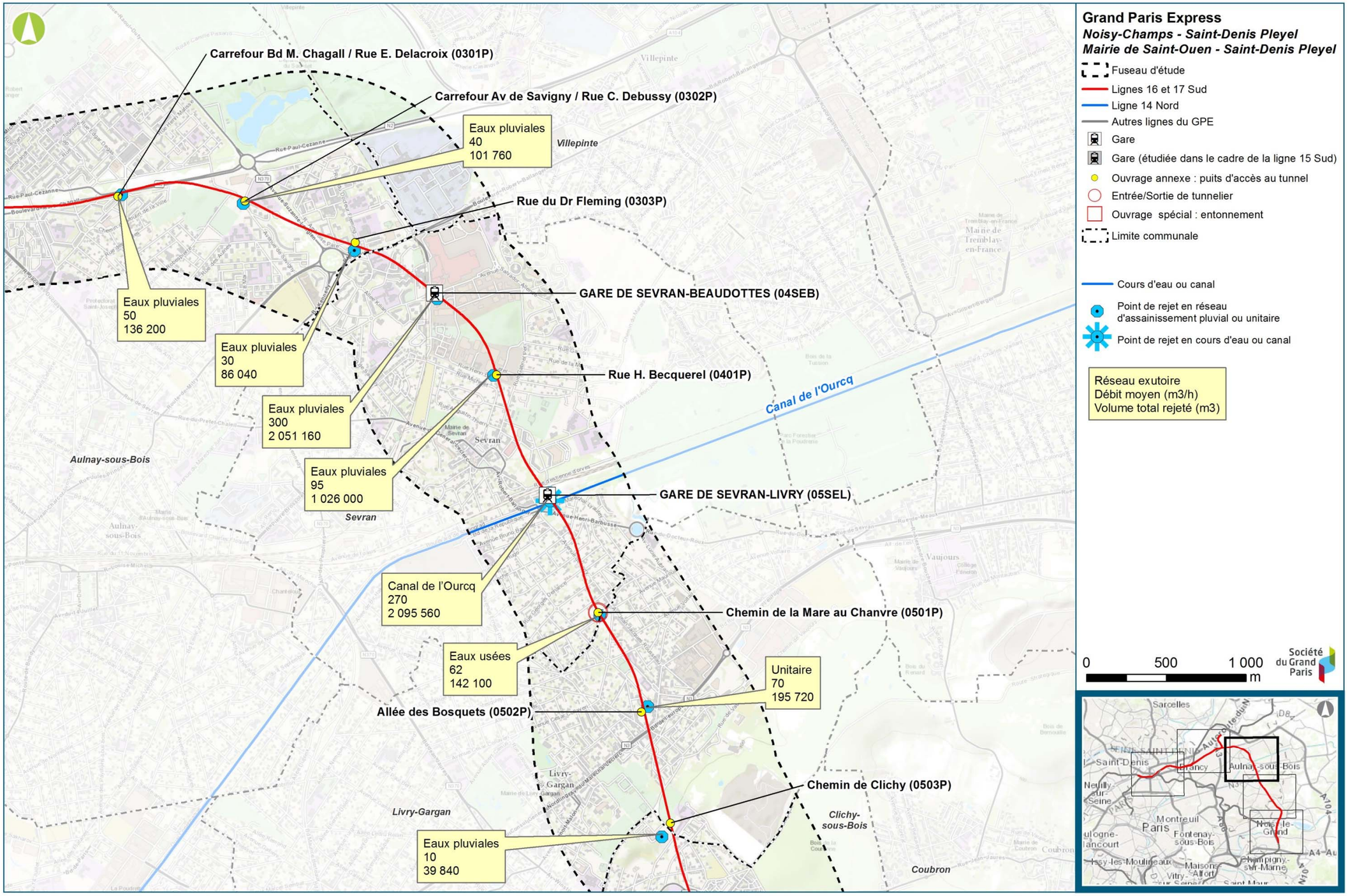
** Le volume total rejeté indiqué dans cette colonne est issu de calculs complexes non détaillés dans le Dossier d'Autorisation Unique. Il prend en compte les durées des différentes phases de travaux avec des débits de pompage associés qui sont variables. Il ne s'agit pas d'un produit entre les deux colonnes précédentes du débit de référence et de la durée totale de prélèvement.*



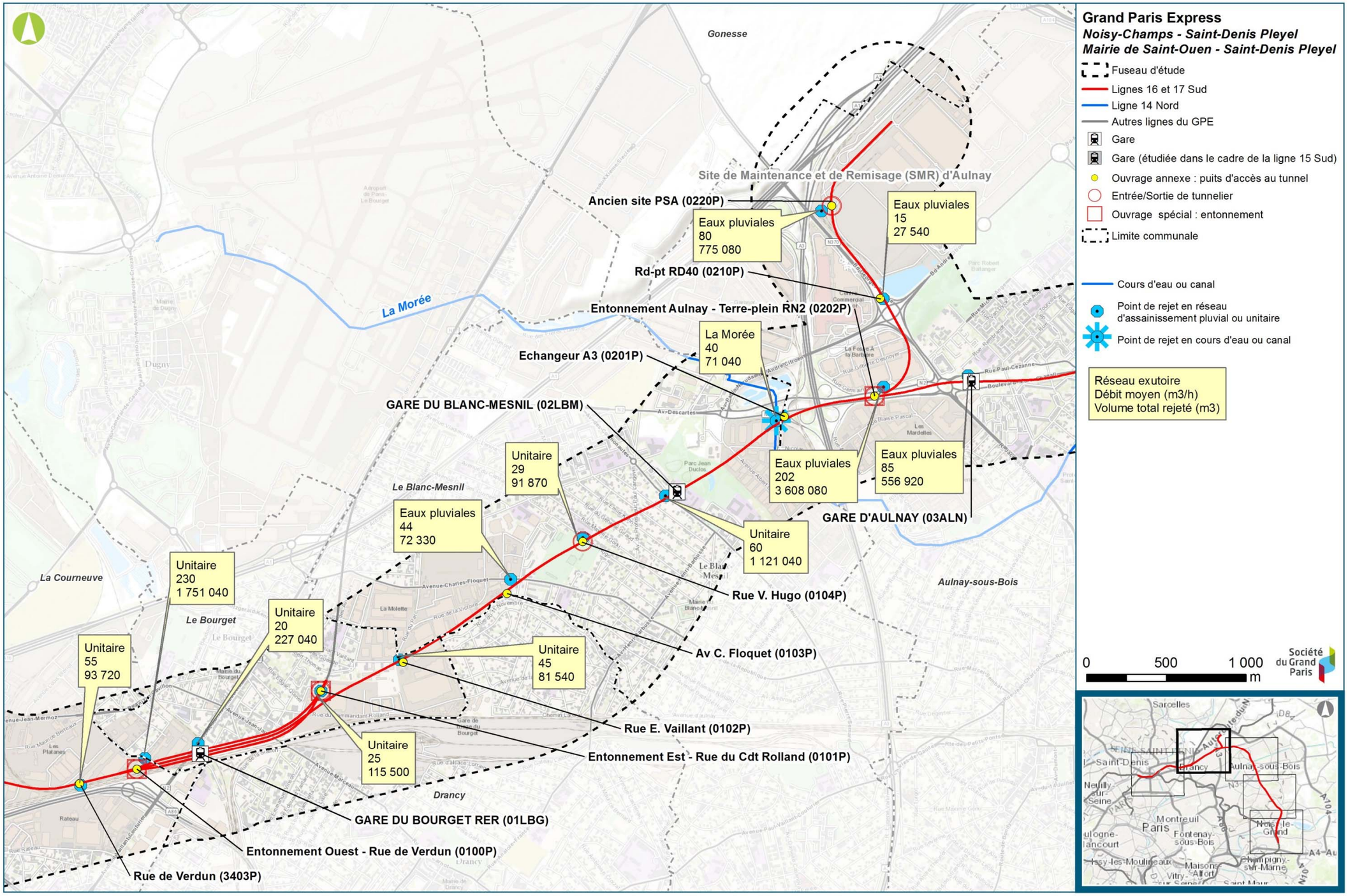
Points de rejets et caractérisation quantitative des eaux d'exhaure – Secteur Noisy-Champ / Chelles (Egis/Tractebel, 2016)



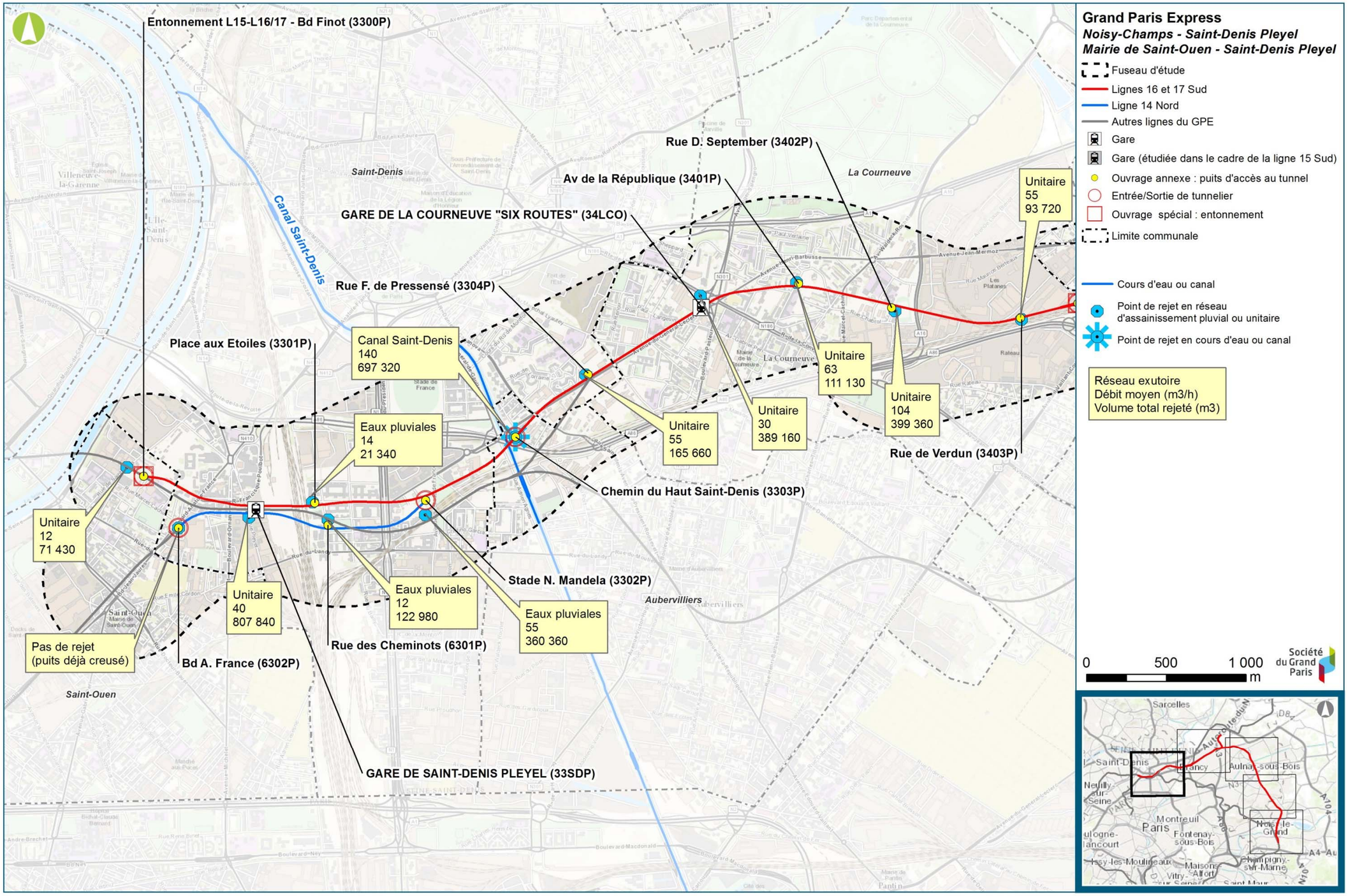
Points de rejets et caractérisation quantitative des eaux d'exhaure – Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil (Egis/Tractebel, 2016)



Points de rejets et caractérisation quantitative des eaux d'exhaure – Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes (Egis/Tractebel, 2016)



Points de rejets et caractérisation quantitative des eaux d'exhaure – Secteur Aulnay / Le Bourget RER (Egis/Tractebel, 2016)



Points de rejets et caractérisation quantitative des eaux d'exhaure – Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel (Egis/Tractebel, 2016)

Les volumes de rejets d'exhaure et d'épuisement de fond de fouille s'élèvent à :

- Volumes des rejets SGP : 20 329 100 m^3
- Volumes des rejets SNCF Réseau : 796 320 m^3
- **Volumes globaux des rejets SGP + SNCF Réseau : 21 125 420 m^3**
  - dont volumes des rejets en cours d'eau : 2 912 190 m^3
  - dont volumes des rejets en réseau : 18 213 230 m^3

Impacts et mesures sur les canaux de la Ville de Paris

La ville de Paris - Service des canaux, contactée pour vérifier l'acceptabilité d'un rejet d'eau d'exhaure au canal de l'Ourcq et au canal Saint-Denis a donné un accord de principe pour le rejet dans les canaux de l'Ourcq et Saint-Denis.

En accord avec la procédure décrite dans le « Guide à l'usage des collectivités sur les prélèvements et les rejets d'eau dans les canaux » (Mairie de Paris – service des canaux octobre 2011) et notamment l'annexe 3 de ce guide qui liste les paramètres à analyser et les valeurs seuils à respecter pour les rejets en canal, l'autorisation sera délivrée après accord « *des services compétents en matière d'assainissement et de gestion des eaux pluviales, à savoir :*

- Le Service Technique de l'Eau et de l'Assainissement (STEA) de la Ville de Paris, expert pour le compte du service des canaux,
- Le service local ayant la compétence eau et/ou assainissement, notamment pour le département de Seine-Saint-Denis, la Direction de l'Eau et de l'Assainissement (DEA 93).

Canal de l'Ourcq

Le débit journalier du canal de l'Ourcq estimé à 300 000 m^3/j se répartit comme suit :

- Alimentation en eau brute de la Ville de Paris : 200 000 m3/j ;
- Transport de marchandises : 100 000 m3/j.

Le débit d'exhaure de la gare de Sevran-Livry est estimé dans le cas le plus défavorable (simultanéité de tous les pompages avec valeur maximale de débit) à 270 m^3/h, soit 6 480 m^3/j. Ce débit représente 2,16% du débit journalier du canal ; cet impact est faible.

Le point de rejet se situera en aval de l'écluse de Sevran, soit environ 750 m en aval de la gare de Sevran-Livry. Les dispositions suivantes seront prises :

- Définition du point de rejet exact avec le service canaux de la ville de paris ;
- Prise en compte des apports d'eau d'exhaure dans la gestion du bief amont (section comprise entre l'écluse de Sevran à l'aval et l'écluse Fresnes-sur-Marne à l'amont) ;
- Protection de la canalisation de rejet par rapport à la navigation.

Canal Saint-Denis

Le débit d'exhaure rejeté dans le canal Saint-Denis depuis l'ouvrage annexe 3303P s'élèvera à 140 m^3/h, soit 3 360 m^3/j. Ce débit apparaît compatible avec la gestion du canal.

Le point de rejet se situera à proximité de l'ouvrage 3303P, soit environ 240 m en amont de l'écluse n°4 des Vertus. Les dispositions suivantes seront prises :

- Définition du point de rejet exact avec le Service canaux de la Ville de Paris ;
- Prise en compte des apports d'eau d'exhaure dans la gestion du bief amont (section comprise entre l'écluse n°4 des Vertus à l'aval et l'écluse n°3 d'Aubervilliers à l'amont) ;
- Protection de la canalisation de rejet par rapport à la navigation.

Impacts et mesures sur le canal de Chelles

Le volume d'exhaure rejeté dans le canal de Chelles en phase travaux est évalué à 25 630 m^3 sur quatre mois, avec un débit moyen de 12 m^3/heure. Ce rejet apparaît compatible avec la gestion du bief pour la navigation par Voies Navigables de France.

Des mesures seront définies avant le démarrage des travaux entre VNF, la SGP et l'entreprise en charge des travaux de génie civil, pour :

- S'assurer du respect des volumes et débits de rejet calculés au stade « projet » des études de conception ;
- Préciser les vitesses de rejet dans le bief ;
- Préciser les conditions d'implantation de la canalisation de rejet (emplacement, protection de la canalisation par rapport à la navigation, etc.).

Impacts et mesures sur les réseaux d'assainissement

A l'échelle locale des points de rejets

Au vu des retours des gestionnaires de réseaux contactés lors des études de maîtrise d'œuvre, les rejets des eaux d'exhaure envisagés dans les réseaux pluviaux ou unitaires apparaissent, d'un point de vue quantitatif, globalement compatibles avec les capacités des réseaux aux points de rejets proposés.

Toutefois, les démarches associant la SGP, les gestionnaires de réseaux d'assainissement et les entreprises en charge des travaux de génie civil, vont se poursuivre jusqu'au démarrage des chantiers pour :

- Disposer des derniers accords de principe restant à obtenir ;
- Respecter les conditions ou restrictions de rejet annoncées dans certains cas par les gestionnaires de réseaux d'assainissement ;

- Préciser détails pratiques de mise en œuvre des points de rejet ;
- Fixer les modalités de suivi des rejets ;
- Établir les conventions autorisant les rejets et documents fixant les redevances à acquitter.

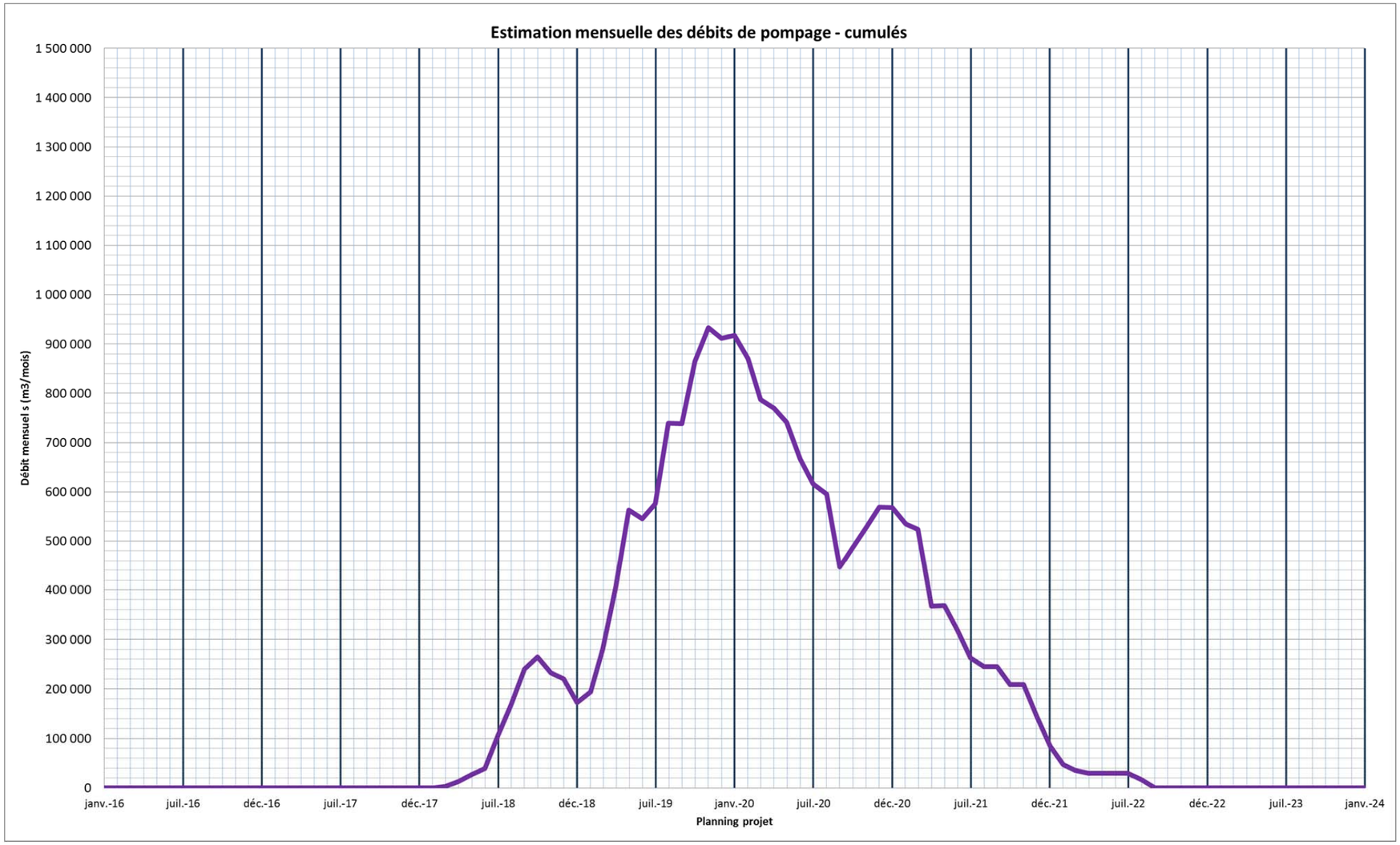
La Société du Grand Paris enverra au Service de la Police de l'Eau une copie des documents administratifs autorisant les rejets temporaires d'eaux d'exhaure aux réseaux d'assainissement un mois avant le démarrage des opérations de pompage.

A l'échelle de l'agglomération parisienne

Les rejets d'eaux d'exhaure en phase travaux du projet des lignes 16, 17 sud et 14 nord du métro du Grand Paris Express rejoindront pour la plus grande partie les collecteurs principaux d'assainissement gérés par la Direction de l'Eau et de l'Assainissement (DEA) du Conseil départemental de Seine-Saint-Denis et le Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP).

Avec une évaluation d'un volume global cumulé de plus de 21 millions de m^3 d'exhaure, les rejets dans les réseaux d'assainissement pluvial ou unitaire apparaissent importants en valeur absolue.

Toutefois, il faut considérer que ce volume global est réparti sur une période de cinq années, de début 2018 à mi-2022 comme le montre le graphique ci-dessous. La plage de plus forts rejets se situera entre mi-2019 et mi-2020, avec un maximum fin 2019 où le volume mensuel cumulé devrait atteindre 940 000 m^3 environ.



Evolution mensuelle des débits de pompage d'exhaure et des rejets (Source : Egis / Tractebel, 2016)

Les rejets d'exhaure à l'échelle de l'agglomération sont susceptibles d'avoir diverses incidences sur les réseaux d'assainissement :

- Risque de débordement de réseau ;
- Risque d'augmentation des flux de pollution du fait des apports supplémentaires dans le réseau ;
- Risque de déversement de réseau unitaire en cours d'eau par temps de pluie.

Au stade actuel des études, ces incidences restent difficiles à évaluer plus précisément sur les collecteurs principaux et les usines de traitement des eaux. Le phasage précis des pompages sera en effet affiné selon les dispositions de chantier proposées par les entreprises de génie civil.

4.4.2.6. Gestion des eaux pluviales en phase exploitation

Analyse de la problématique des eaux pluviales en phase exploitation

En phase exploitation, les eaux pluviales ruisselant sur les emprises du projet (gares, ouvrages annexes) peuvent être gérées de trois manières différentes. Elles peuvent soit :

- **être infiltrées dans le sol** : l'infiltration n'est possible que si la perméabilité du sol est suffisante et l'apport d'eau dans le sous-sol n'est pas susceptible de créer des désordres ;
- **rejoindre directement le milieu naturel** (cours d'eau ou plan d'eau, après traitement qualitatif) : cette solution n'est envisageable que pour les ouvrages situés à proximité immédiate des cours d'eau et est le plus souvent à exclure pour les plans d'eau ;
- **rejoindre le réseau public d'assainissement** des eaux pluviales (séparatif ou unitaire).

Dans les secteurs concernés par des émergences en surface (gares, puits, entonnements), les terrains naturels offrant initialement une bonne capacité d'absorption des eaux de ruissellement, seront imperméabilisés. De ce fait, le volume d'eau de pluie à gérer sera généralement supérieur à la situation actuelle, même si de nombreuses surfaces sont déjà imperméabilisées dans le contexte urbain existant.

Les modes de rejet reposant sur l'infiltration et le rejet au cours d'eau sont fortement contraints dans le territoire desservi par les Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

Sont passés en revue ci-dessous chaque type de rejet, en présentant les contraintes générales existantes dans le territoire desservi.

En ce qui concerne **l'infiltration**, le sous-sol du territoire est globalement défavorable à l'infiltration pour les raisons suivantes :

- **Existence de risques liés à la géologie** (voir plus loin dans ce document le chapitre E V-5 « Géologie et risques associés ») :
  - **Présence de gypse dans le sous-sol** : la dissolution du gypse, que l'infiltration est susceptible de provoquer ou d'aggraver, peut provoquer la déstabilisation des terrains en place. Les nombreux sondages réalisés par la SGP ont montré une imprégnation significative de gypse des terrains de type Calcaire de Saint-Ouen, Sables de Beauchamp, Marnes et Caillasses et Calcaire grossier sous forme de fins nodules. Les zones concernées s'étendent sur une portion longue d'environ 4,5 km (en moyenne 2 km de part et d'autre de la gare de Clichy- Montfermeil et 2.5 km dans la traversée de La Plaine de France, soit la partie comprise entre Saint-Denis-Pleyel et Sevran-Livry) ;
  - **Présence d'anciennes carrières souterraines** : les parois des anciennes carrières, lorsqu'elles sont composées de calcaire ou de gypse, sont sensibles à la dissolution du gypse ou du calcaire. Cette dissolution que l'infiltration est susceptible de provoquer ou d'aggraver, peut provoquer l'affaissement, voire l'effondrement de ces parois. Sur le linéaire du projet, la zone d'exploitation souterraine du gypse associée à ce risque concerne principalement les communes de Livry-Gargan, Clichy-sous-Bois, Montfermeil et Chelles ;
- **Existence de risques liés à la pollution du sous-sol et/ou des nappes souterraines** : Des zones polluées apparaissent dans les données issues de la banque ADES, dans les données issues de porteurs de projet en contact avec la SGP et dans les analyses menées par la SGP dans le cadre des études du projet. Ces zones polluées concernent principalement les premiers mètres du sous-sol, qui sont aussi ceux qui sont concernés en priorité par l'infiltration. Les zones connues s'étendent notamment autour des ouvrages 0704P et 0703P (au début du projet), de la gare de Chelles, de la gare de Sevrant–Livry, de la gare du Bourget RER et du secteur compris entre le canal Saint-Denis et la gare de Saint-Denis-Pleyel.

Cependant, dans certains cas, notamment au niveau des gares, l'infiltration d'une partie des eaux de pluie et de ruissellement est possible, soit par le biais de bassins d'infiltration / rétention, soit par une infiltration dans des fossés à ciel ouvert. Les gares où l'infiltration d'une partie des eaux est possible sont les suivantes : Clichy-Montfermeil, Aulnay, Le Blanc-Mesnil, La Courneuve « Six Routes » et Saint-Denis Pleyel.

Le branchement au réseau reste néanmoins le mode de rejet préférentiel retenu en phase exploitation, y compris pour les ouvrages situés à proximité de cours d'eau ou canaux, eu égard à la qualité des eaux superficielles et aux faibles volumes concernés.

Principes retenus pour la gestion des eaux pluviales en phase exploitation

Les principes retenus concernant le rejet des eaux de ruissellement sur les aménagements de surface sont les suivants :

Gares

Les eaux issues des toitures seront gérées avec celles des parvis publics extérieurs. Elles seront envoyées dans le réseau public, eau pluvial ou unitaire, après régulation dans un ouvrage définitif d'écrêtement et d'infiltration quand les conditions le permettent.

Ouvrages annexes

Sauf cas particulier, la plupart des ouvrages annexes ne présente pas d'émergence au-dessus du niveau du terrain naturel, sauf en zone inondable de la Marne à Chelles - Gournay-sur-Marne, afin de mettre les grilles de ventilation et trappes d'accès (secours, personnel, manutention des matériels) au-dessus du niveau des plus hautes eaux connues.

Les grilles et trappes sont regroupées sur un espace imperméabilisé entouré, soit d'un espace vert, soit d'un espace imperméabilisé.

Les eaux pluviales sont gérées de la manière suivante :

- Celles tombant sur la grille vont entrer dans l'ouvrage et suivre les eaux d'infiltration (eaux résiduelles) vers les ouvrages récupérant les eaux résiduelles et rejetées dans le réseau unitaire ou eaux usées ;
- Celles issues de la surface imperméabilisée sont infiltrées dans l'espace vert lorsqu'il y en a un, sinon elles seront envoyées vers le réseau d'eau pluviale ou unitaire, après régulation.

4.4.2.7. Gestion des eaux d'infiltration en phase exploitation

Les eaux d'infiltration au sein des différents ouvrages seront collectées avec les eaux pluviales entrant dans les ouvrages et rejetées au réseau d'assainissement (unitaire ou eaux usées).

Les rejets au réseau seront réalisés avec l'accord des gestionnaires, selon les critères d'acceptation des eaux résiduelles, aussi bien qualitatifs que quantitatifs ».

La présence éventuelle de polluant dans les eaux d'infiltration sera précisée dans les conventions de rejet et le cas échéant il sera également précisé les modalités de traitement mises en place.

Compte tenu des faibles débits qui seront rejetés, aucun impact quantitatif n'est attendu concernant les rejets d'eaux d'infiltration en phase exploitation, tant sur le fonctionnement des réseaux, que sur les milieux récepteurs.

4.4.3. Analyse détaillée de la gestion quantitative des eaux pluviales des ouvrages en phase travaux et en phase exploitation

4.4.3.1. Méthodologie

En phase travaux

En phase travaux, le dimensionnement des ouvrages de rétention des eaux pluviales a été réalisé de façon simplifiée sur la base de données d'avant-projet. L'objectif était en effet de fournir des ordres de grandeur pour les dispositifs de rétention de la pluie, afin de définir les emprises nécessaires aux travaux.

Une approche sommaire était suffisante, puisqu'au démarrage des travaux les entreprises retenues à l'issue des appels d'offres procéderont à leur propre conception de l'assainissement des plateformes de chantier, selon l'organisation qu'elles mettront en place, tout en respectant les objectifs de débit de fuite fixés par les règlements d'assainissement.

Le dimensionnement de la rétention a été effectué selon la méthode des pluies, avec les hypothèses suivantes :

- Pluie de période de retour 10 ans ;
- Débits de fuite fixés par le règlement d'assainissement de la Seine-Saint-Denis ;
- Coefficient de ruissellement pris de façon uniforme à 0,8 (correspondant à des sols tassés, plus ou moins imperméabilisés)

En phase exploitation

Le dimensionnement des ouvrages de stockage des eaux pluviales en phase exploitation repose sur la méthode proposée par la Direction de l'Eau et de l'Assainissement (DEA) du Conseil départemental de Seine-Saint-Denis dans la plaquette « Vous déposez un permis de construire ? Le Département vous accompagne pour la gestion de l'eau ».

Elle a été retenue suite aux échanges avec la DEA, compte-tenu des surfaces relativement limitées des emprises de chaque ouvrage. Elle présente l'intérêt d'une approche simplifiée, adaptée au contexte des gares et ouvrages annexes.

Elle s'appuie sur une note de calculs détaillant les différents types de surfaces d'emprise du projet, en distinguant les surfaces en fonction du ruissellement induit (surface active). La surface active découle de l'application des coefficients de ruissellement aux surfaces du projet ; les coefficients pris en compte sont les suivants :

Type de surface (ha)	Coefficient de ruissellement
Espaces verts pleine terre	0,2
Espaces verts sur dalle classique	0,4
Toitures terrasses végétalisées extensives (hauteur du système de végétalisation ≥ 15 cm)	0,4
Sol en stabilisé	0,5
Toitures terrasses végétalisées extensives (hauteur du système de végétalisation < 15 cm)	0,6
Toitures terrasses gravillonnées	0,7
Voiries et autres surfaces imperméabilisées	0,9
Toiture en pente	0,95

Valeurs des coefficients de ruissellement (Source : DEA / Conseil départemental 93)

La méthode prend en compte la pluviométrie locale et les débits de rejet admissibles.

Le dimensionnement de l'ouvrage de stockage des eaux pluviales est réalisé en utilisant un tableau (ci-après) qui indique le volume du stockage en fonction du taux d'imperméabilisation du terrain. Le volume à stocker est évalué pour une pluie de période de retour 10 ans.

Débit / surface active (l/s/ha)	Volume / surface active (m^3/ha)
20	265
15	305
10	350
8	380
4	450
6	410
2	510
1	590
0,4	875

Tableau d'estimation du volume de stockage (Source : DEA / Conseil départemental 93)

Exemple (Source : DEA / Conseil départemental 93) :

Pour un débit à respecter de 10 l/s/ha, une surface de projet de 0,52 ha et une surface active de 0,39 ha, on obtient :

Débit / surface active = 0,52 x 10 / 0,39 = 13,3 l/s/ha, arrondi à 15 l/s/ha

Volume à stocker = 0,39 x 305 = 119 m^3

Un exemple de note de dimensionnement des ouvrages de stockage des eaux pluviales en phase exploitation est donné ci-après pour la gare d'Aulnay. Tous les ouvrages de stockage des gares sont justifiés et dimensionnés selon le même modèle.

Note de dimensionnement du bassin de rétention des eaux pluviales
Gare ALN

Principe :
Bassin de rétention-infiltration situé sous le parvis est, raccordé au réseau du aux potentialités d'infiltration très limitées (K=1,5.10-6 à 2,5m de profondeur) pour les eaux de pluie de la gare, des parvis et du pole bus.
Bassins à ciel ouvert sur les emprises chantier restituées enherbées pour des opérations connexes, pour permettre une gestion des eaux pluviales à la parcelle.

Surface active à prendre en compte :

		SGP (11071m²)		Privé (11045m²)	
	Coefficient	Surfaces en m²	Surfaces actives en m²	Surfaces en m²	Surfaces actives en m²
Toiture en pente	0,95		0	0	0
Toiture végétalisée extensive (>15cm)	0,6		0	0	0
Toiture terrasses	0,7	4235	2964,5	0	0
Espace vert	0,2	330	66	11045	2209
Espace vert sur dalle	0,4	721	288,4	0	0
Stabilisé	0,5		0	0	0
Parvis / Aire de maintenance	0,9	4320	3888	0	0
Voirie neuve	0,9	1465	1318,5	0	0
		11071	8525,4	11045	2209

La surface active est de 8525 m²

Débit de sortie Sur réseau unitaire
Débit réglementaire Q= 2 l/s/ha
Débit réel Q= 2,2 l/s

Table des volumes de stockage à prendre en compte dans le référentiel de la DEA 93 en fonction du débit de sortie réglementaire

Q/Sa (l/s/ha)	V/Sa (m3/ha)
20	265
15	305
10	350
8	380
4	450
6	410
2	510
1	590
0,4	875

Volume utile de rétention

		SGP (11071m²)		Privé (11045m²)	
Volume (m3)			V = 434,8m3		V = 112,7m3
Hauteur du bassin			H = 2m		H = 0,345m
Surface du bassin			S = 217,4m²		S = 327m²
Type de bassin			Bassin enterré		Ciel ouvert planté
Temps de vidange dans réseau			T = 54,7 h		T = 14,2 h

Etude d'infiltration

		SGP (11071m²)		Privé (11045m²)	
Couche géotechnique de fond de bassin			R (Remblai)		R (Remblai)
Coefficient d'infiltration du fond de bassin			1,5E-06		4,0E-06
Niveau NGF du site			57,80		57,80
Niveau NGF du fond de bassin			55,80		57,46
Niveau NGF des plus hautes eaux			50,50		50,50
Infiltration possible			Partielle		Oui
Temps d'infiltration			T = 54,7 h		T = 23,9h

Note de dimensionnement des volumes de stockage des eaux pluviales de la gare d'Aulnay en phase exploitation (Source : Egis-Tractebel, 2016)

4.4.3.2. Gare de Chelles

Occupation du sol actuelle et caractéristiques de l'ouvrage

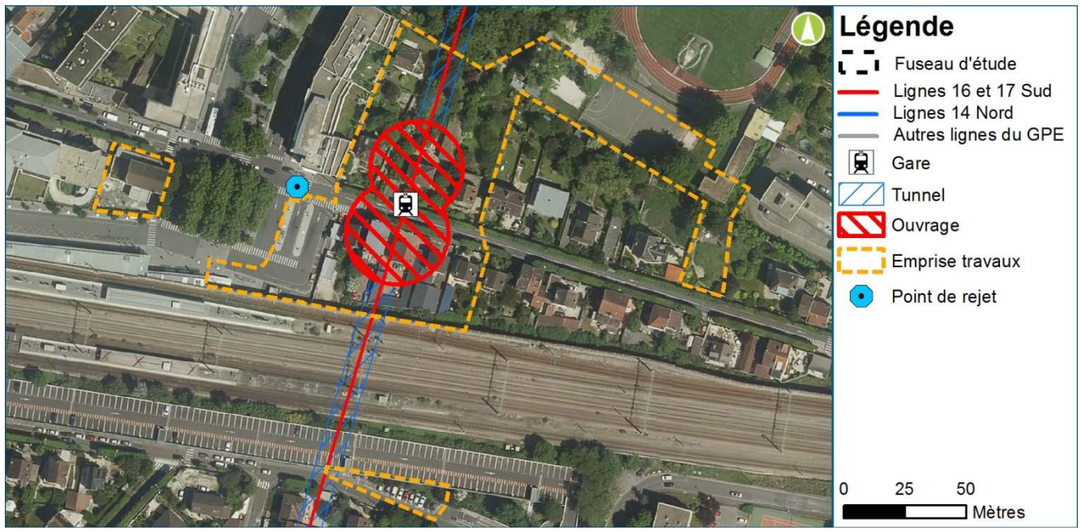
La gare GPE de Chelles s'implante en cœur de ville dans une zone caractérisée par un couvert végétal de grande qualité et un urbanisme issu du pavillonnaire, en mutation douce.

Elle s'implante dans un pôle multimodal largement constitué et efficace qui comprend d'une part la gare SNCF, desservie par le RER E et le Transilien, et d'autre part la gare routière desservie par 10 lignes de bus et 2 lignes de Noctiliens.

En surface, l'émergence de la gare - le bâtiment voyageur - est contenue entre le boulevard Chilpéric au Nord et le talus des voies SNCF au Sud et s'ouvre sur un large parvis au contact de la gare routière et directement connecté avec la gare SNCF.

L'emprise chantier comprend en plus la bordure du parc situé au nord du projet. C'est un espace vert de type parc arboré, aménagé par des allées minéralisées.

Le site est donc moyennement imperméabilisé du fait de la présence de jardins, d'alignements d'arbres et d'allées minéralisées.



Gare de Chelles – occupation du sol actuelle (Egis)

Présentation des ouvrages prévus pour la phase chantier et la phase exploitation

La gestion des eaux pluviales en phase chantier

L'emprise chantier est divisée en deux catégories de surfaces :

- Les voiries : la circulation est maintenue, soit sur des voies identiques ou légèrement déplacées, soit sur une voie nouvelle ;
- Les zones de chantier proprement dites : ces zones ne sont pas revêtues et présentent des sols tassés par la circulation des engins.

Le chantier démarre par les opérations préparatoires successives suivantes :

- Libération des emprises ;
- Mise en place des installations nécessaires au fonctionnement du chantier : base vie, zones de stockage ;
- Gestion de la circulation routière et piétonne ;
- Déconstruction des bâtiments situés dans l'emprise chantier,
- Dévoiement des réseaux de surface.

L'emprise chantier est divisée en plusieurs parties dont la gestion des eaux pluviales est identique : les eaux sont collectées au point bas, traitées et régulées avant rejet au réseau pluvial. Chaque partie de l'emprise sera équipée de manière à pouvoir confiner les eaux de ruissellement dans l'emprise.

Les eaux pluviales du chantier sont collectées et dirigées vers une bâche connectée au système de traitement, lui-même connecté au réseau pluvial (réseau CA Paris Vallée de la Marne), pour respecter un **débit de fuite de 10 l/s/ha** correspondant aux prescriptions du règlement d'assainissement en vigueur sur le territoire de la communauté d'agglomération Paris Vallée de la Marne, soit un **volume de rétention évalué à 215m³** pour une **surface active de 0,85 ha.**

La gestion des eaux pluviales en phase chantier repose donc sur un rejet global au réseau pluvial, après stockage et traitement.

La gestion des eaux pluviales en phase exploitation

Principe :

La toiture de la gare de Chelles et son parvis sont raccordés au réseau de part et d'autre de la boite enterrée, ne permettant pas le raccordement en un seul point au réseau. Il est ainsi dissocié deux bassins de rétention :

- Celui de l'Ouest reprenant 1 049m² de la toiture et le parvis ;
- Celui de l'Est, sous le bâtiment consigne vélo reprenant les 1 139m² de toiture complémentaire.

Le nouveau pôle bus est assaini par un petit bassin enterré sous chaussée, le parvis technique au nord et le réaménagement des parcelles nord en parc permettent une gestion des eaux pluviales à ciel ouvert, avec une infiltration en fond de parc.

L'assainissement de la gare, du parvis et des parcelles nord, ainsi que du pôle bus, est dimensionné pour reprendre les eaux pluviales décennales, avec un débit de fuite de 10 l/s/ha, correspondant aux prescriptions du gestionnaire de l'assainissement sur le territoire de la commune.

La surface active de la gare et du parvis est de 3 013 m² Les caractéristiques de la rétention et les possibilités d'infiltration sont données dans les tableaux suivants :

Volume utile de rétention

	SGP Toiture ouest et parvis(2087m²)	SGP Toiture Est (1139m²)	Pole Bus (881m²)	Parc nord (4186m²)
Volume (m3)	V = 67,6m3	V = 37,9m3	V = 27,8m3	V = 41,1m3
Hauteur du bassin	H = 2m	H = 2m	H = 2m	H = 0,3m
Surface du bassin	S = 33,8m²	S = 18,95m²	S = 13,9m²	S = 137m²
Type de bassin	Enterré raccordé	Enterré raccordé	Enterré raccordé	Ciel ouvert planté
Temps de vidange dans réseau	T = 9 h	T = 5 h	T = 6,8 h	T = 13 h

Etude d'infiltration

	SGP Toiture ouest et parvis(2087m²)	SGP Toiture Est (1139m²)	Pole Bus (881m²)	Parc nord (4186m²)
Couche géotechnique de fond de bassin	R (Remblai)	R (Remblai)	R (Remblai)	R (Remblai)
Coefficient d'infiltration du fond de bassin	4,0E-06	4,0E-06	4,0E-06	4,0E-06
Niveau NGF du site	40,00	40,00	40,00	40,00
Niveau NGF du fond de bassin	38,00	38,00	38,00	39,70
Niveau NGF des plus hautes eaux	40,80	40,80	40,80	40,80
Infiltration possible	Non	Non	Non	Oui
Temps d'infiltration	0	0	0	T = 20,8h

Compte-tenu du niveau élevé de la nappe et de la perméabilité médiocre, l'infiltration n'est pas envisageable pour la gare et son parvis, et le pôle bus.

4.4.3.3. Gare de Clichy-Montfermeil

Occupation du sol actuelle et caractéristiques de l'ouvrage

Le site de la future gare GPE de Clichy-Montfermeil se trouve à la jonction des territoires des communes de Clichy-sous-Bois et de Montfermeil. La gare de la ligne 16 de Clichy-Montfermeil se développe au sein d'un secteur en pleine mutation.

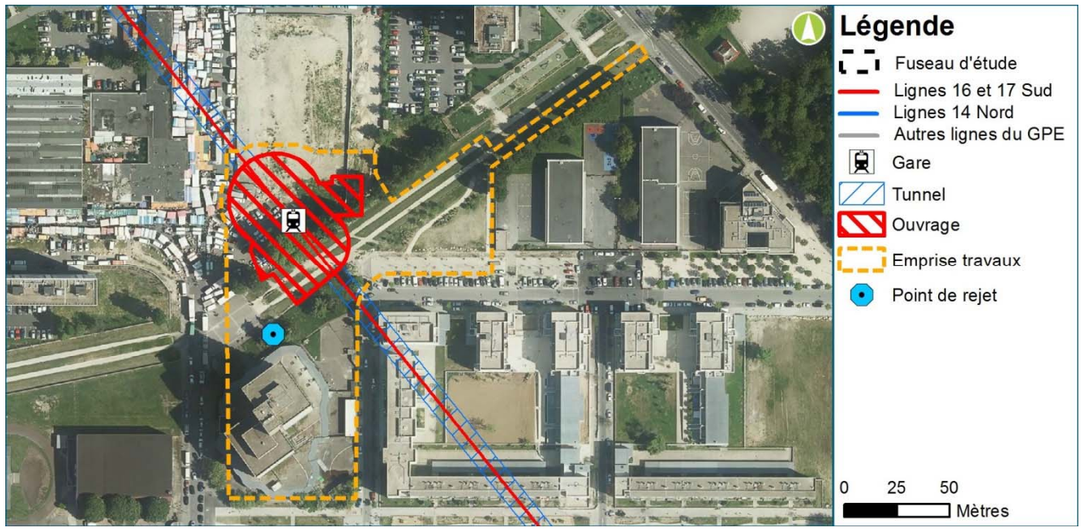
Elle est implantée au droit du carrefour de l'allée Anatole France, de la rue Utrillo et de l'allée Romain Rolland sur une future place urbaine du PRU au pied de la tour Utrillo, à proximité du tram T4.

La gare du métro du Grand Paris Express propose une requalification de cet espace public pour devenir la place du marché, bordée par trois voies périphériques, avec au Sud la promenade de la Dhuis. La parcelle de la tour Utrillo sera restituée en plate-forme propre à la fin du chantier, afin d'accueillir la future Villa Médicis.

Le secteur du projet de la gare CMF Grand-Paris-Express est constitué d'habitats collectifs.

L'emprise chantier comprend l'espace de la tour Utrillo ainsi qu'une partie importante de la promenade de la Dhuis aménagée en espace vert et au nord un terrain minéralisé actuellement utilisé en parking et place de marché.

Le site est donc moyennement imperméabilisé du fait de la présence de la promenade de la Dhuis et du terrain minéralisé utilisé en parking et place de marché.



Gare de Clichy-Montfermeil – occupation du sol actuelle (Egis)

Présentation des ouvrages prévus pour la phase chantier et la phase exploitation

- **<u>La gestion des eaux pluviales en phase chantier</u>**

L'emprise chantier est divisée en deux catégories de surfaces :

- Les voiries : la circulation est maintenue, soit sur des voies identiques ou légèrement déplacées, soit sur une voie nouvelle ;
- Les zones de chantier proprement dites : ces zones ne sont pas revêtues et présentent des sols tassés par la circulation des engins.

Le chantier démarre par les opérations préparatoires successives suivantes :

- Libération des emprises ;
- Mise en place des installations nécessaires au fonctionnement du chantier : base vie, zones de stockage ;
- Gestion de la circulation routière et piétonne ;
- Déconstruction des bâtiments situés dans l'emprise chantier,
- Dévoiement des réseaux de surface.

L'emprise chantier est divisée en plusieurs parties dont la gestion des eaux pluviales est identique : les eaux sont collectées au point bas, traitées et régulées avant rejet au réseau pluvial. Chaque partie de l'emprise sera équipée de manière à pouvoir confiner les eaux de ruissellement dans l'emprise.

Les eaux pluviales du chantier sont collectées et dirigées vers une bâche connectée au système de traitement, lui-même connecté au réseau pluvial, pour respecter un **débit de fuite de 10 l/s/ha** correspondant aux prescriptions du règlement d'assainissement départemental avec une pluie décennale, soit un **volume de rétention évalué à 294 m³** pour une **surface active de 1,16 ha.**

La gestion des eaux pluviales en phase chantier repose donc sur un rejet global au réseau pluvial, après stockage et traitement.

- **<u>La gestion des eaux pluviales en phase exploitation</u>**

L'assainissement de la gare et du parvis, est dimensionné pour reprendre les eaux pluviales décennales, avec un débit de fuite de 10 l/s/ha, correspondant aux prescriptions du gestionnaire de l'assainissement sur le territoire de la commune.

La surface active est de 7846 m² Les caractéristiques de la rétention et les possibilités d'infiltration sont données dans les tableaux suivants :

Volume utile de rétention

	SGP (8610m²)
Volume (m3)	V = 274,6m3
Hauteur du bassin	H = 0,5m
Surface du bassin	S = 549,2m²
Type de bassin	Ciel ouvert planté
Temps de vidange dans réseau	T = 8,9 h

Etude d'infiltration

	SGP (8610m²)
Couche géotechnique de fond de bassin	R (Remblai)
Coefficient d'infiltration du fond de bassin	4,0E-06
Niveau NGF du site	113,50
Niveau NGF du fond de bassin	113,00
Niveau NGF des plus hautes eaux	60,90
Infiltration possible	Non
Temps d'infiltration	0

Compte-tenu de la perméabilité médiocre, l'infiltration n'est pas envisagée.

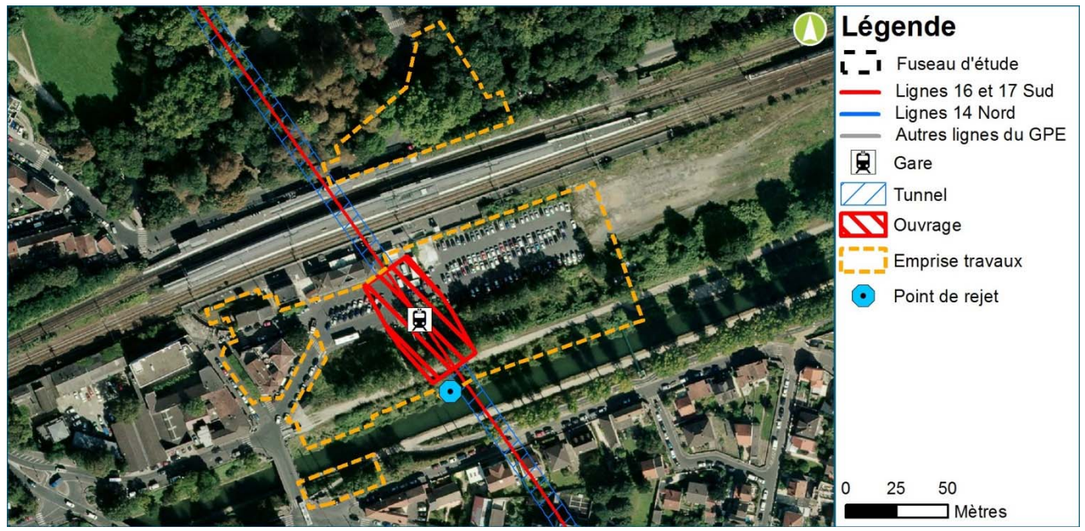
4.4.3.4. Gare de Sevran-Livry

Occupation du sol actuelle et caractéristiques de l'ouvrage

La gare GPE est située entre le canal de l'Ourcq au sud et les voies ferrées du RER B et du Transilien au nord. Ce site est à l'articulation de deux secteurs urbains contrastés : au sud du canal, des quartiers majoritairement pavillonnaires et au nord des voies ferrées, le centre historique de Sevran à l'ouest et de l'habitat collectif récent à l'est.

L'emprise chantier comprend tout l'espace entre les voies ferrées au nord et le canal de l'Ourcq au sud.

Le site est fortement imperméabilisé au sud des voies ferrées (zones de parking) mais la partie située contre le canal de l'Ourcq correspond à un espace vert constitué d'arbres de haute tige bordant le canal au sud. De même la zone située au nord des voies ferrées correspond à un espace vert constitué d'arbres de haute tige qui composent le « Parc des Sœurs ».



Gare de Sevran-Livry – occupation du sol actuelle (Egis)

Présentation des ouvrages prévus pour la phase chantier et la phase exploitation

- **La gestion des eaux pluviales en phase chantier**

L'emprise chantier est divisée en deux catégories de surfaces :

- Les voiries : la circulation est maintenue, soit sur des voies identiques ou légèrement déplacées, soit sur une voie nouvelle ;

- Les zones de chantier proprement dites : ces zones ne sont pas revêtues et présentent des sols tassés par la circulation des engins.

Le chantier démarre par les opérations préparatoires successives suivantes :

- Libération des emprises ;
- Mise en place des installations nécessaires au fonctionnement du chantier : base vie, zones de stockage ;
- Gestion de la circulation routière et piétonne ;
- Déconstruction des bâtiments situés dans l'emprise chantier,
- Dévoiement des réseaux de surface.

L'emprise chantier est divisée en plusieurs parties dont la gestion des eaux pluviales est identique : les eaux sont collectées au point bas, traitées et régulées avant rejet au canal de l'Ourcq. Chaque partie de l'emprise sera équipée de manière à pouvoir confiner les eaux de ruissellement dans l'emprise.

Les eaux pluviales du chantier sont collectées et dirigées vers une bâche connectée au système de traitement, lui-même connecté au canal de l'Ourcq, pour respecter un **débit de fuite de 2 l/s/ha** correspondant aux prescriptions du règlement d'assainissement communal avec une pluie décennale, soit un **volume de rétention évalué à 708 m³** pour une **surface active de 1,17 ha.**

La gestion des eaux pluviales en phase chantier repose donc sur un rejet global au canal de l'Ourcq, après stockage et traitement.

La gestion des eaux pluviales en phase exploitation

Les toitures et parvis de la gare de Sevran-Livry sont raccordés à un bassin enterré, réalisé à l'est de la gare sous le parking existant de la SNCF. Ce bassin est raccordé au réseau neuf d'eaux pluviales, les potentialités d'infiltration sont très limitées (K=1,5.10-6 à 2,5 m de profondeur).

Le pôle bus, à l'ouest de la gare est assaini et raccordé à un nouveau bassin enterré sous chaussée, l'infiltration est impossible pour les mêmes raisons.

Le pôle bus nord est réalisé sur des emprises de voirie existantes, l'assainissement est conservé à l'existant.

L'assainissement de la voirie du boulevard de Stalingrad et de l'avenue de Livry est conservé à l'existant.

Les eaux pluviales du projet, de la gare, du pôle bus et du parvis sont collectées et stockées en bassin de rétention enterré sous parvis, pour respecter un débit de fuite de 2 l/s/ha.

La surface active de la gare et du parvis est de 3 320 m² Les caractéristiques de la rétention et les possibilités d'infiltration sont données dans les tableaux suivants :

Volume utile de rétention

	SGP Toitures et Parvis (4382m²)	Pole Bus sud (4228m²)	Pole Bus nord (265m²)
Volume (m3)	V = 169,3m3	V = 194,1m3	V = 9,5m3
Hauteur du bassin	H = 2m	H = 2m	H = 1m
Surface du bassin	S = 84,65m²	S = 97,05m²	S = 9,5m²
Type de bassin	Enterré raccordé	Enterré raccordé	-
Temps de vidange dans réseau	T = 53,4 h	T = 61,3 h	T = 3,1 h

Etude d'infiltration

	SGP Toitures et Parvis (4382m²)	Pole Bus sud (4228m²)	Pole Bus nord (265m²)
Couche géotechnique de fond de bassin	R (Remblai)	R (Remblai)	R (Remblai)
Coefficient d'infiltration du fond de bassin	4,0E-06	4,0E-06	4,0E-06
Niveau NGF du site	56,18	57,12	55,04
Niveau NGF du fond de bassin	54,18	55,12	54,04
Niveau NGF des plus hautes eaux	55,60	39,00	39,00
Infiltration possible	Non	Non	Non
Temps d'infiltration	0	0	0

Compte-tenu du niveau élevé de la nappe et de la perméabilité médiocre, l'infiltration n'est pas envisageable pour la gare et son parvis, et le pôle bus.

4.4.3.5. Gare de Sevran-Beaudottes

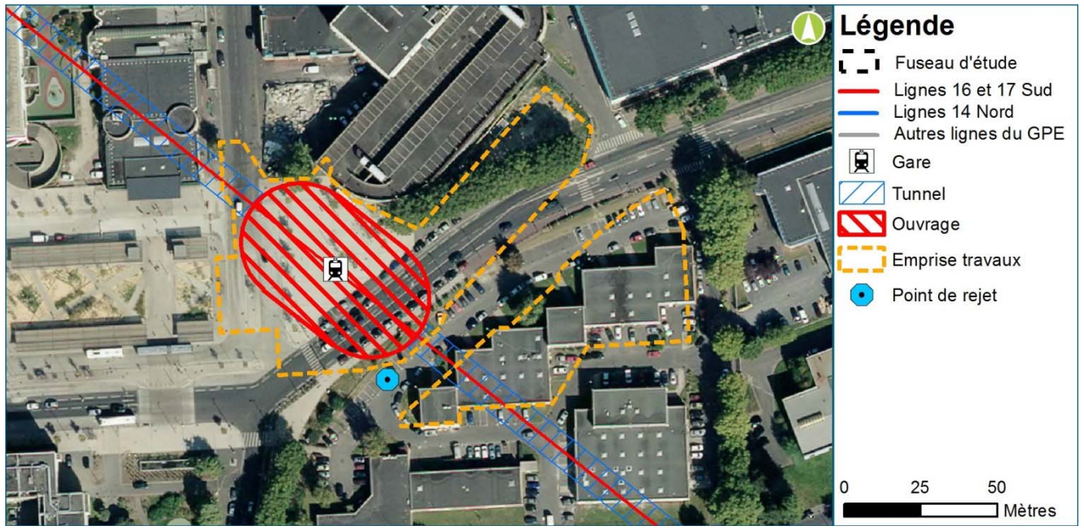
Occupation du sol actuelle et caractéristiques de l'ouvrage

La gare GPE de Sevran-Beaudottes se trouve au nord de la commune de Sevran face à la gare routière et à la gare du RER B.

Elle s'inscrit à l'angle de l'avenue Salvador Allende avec l'avenue Raoul Dautry. Le parvis existant est un aménagement paysager d'espace public récent, en béton désactivé clair calpiné par des pavés béton et granit. De jeunes érables ont été plantés le long de l'avenue Dautry. Au nord, le parking aérien en structure béton désactivé et superstructure métallique est ouvert sur cet espace, masqué le long de l'avenue Salvador Allende par des platanes de grande dimension.

Au sud, un parking privé de la zone d'activité industrielle longe l'avenue Salvador Allende en léger contre-bas. Le parking et les bâtiments les plus proches de l'avenue sont impactés par le projet et seront démolis.

Le site est fortement imperméabilisé.



Gare de Sevran-Beaudottes – occupation du sol actuelle (Egis)

Présentation des ouvrages prévus pour la phase chantier et la phase exploitation

- **<u>La gestion des eaux pluviales en phase chantier</u>**

L'emprise chantier est divisée en deux catégories de surfaces :

- Les voiries : la circulation est maintenue, soit sur des voies identiques ou légèrement déplacées, soit sur une voie nouvelle ;
- Les zones de chantier proprement dites : ces zones ne sont pas revêtues et présentent des sols tassés par la circulation des engins.

Le chantier démarre par les opérations préparatoires successives suivantes :

- Libération des emprises ;
- Mise en place des installations nécessaires au fonctionnement du chantier : base vie, zones de stockage ;
- Gestion de la circulation routière et piétonne ;
- Déconstruction des bâtiments situés dans l'emprise chantier,
- Dévoiement des réseaux de surface.

L'emprise chantier est divisée en plusieurs parties dont la gestion des eaux pluviales est identique : les eaux sont collectées au point bas, traitées et régulées avant rejet au réseau. Chaque partie de l'emprise sera équipée de manière à pouvoir confiner les eaux de ruissellement dans l'emprise.

Les eaux pluviales du chantier sont collectées et dirigées vers une bâche connectée au système de traitement, lui-même connecté au réseau pluvial (réseau du CD93), pour respecter un **débit de fuite de 2 l/s/ha** correspondant aux prescriptions du règlement d'assainissement communal avec une pluie décennale, soit un **volume de rétention évalué à 716 m³** pour une **surface active de 1,19 ha.**

La gestion des eaux pluviales en phase chantier repose donc sur un rejet global au réseau pluvial après stockage et traitement.

- **<u>La gestion des eaux pluviales en phase exploitation</u>**

La toiture et le parvis de la gare de Sevran-Beaudottes sont assainis et raccordés à un bassin enterré sous le parvis, raccordé au réseau des eaux pluviales de l'avenue Salvador Allende.

La surface active de la gare et du parvis est de 3 920 m² Les caractéristiques de la rétention et les possibilités d'infiltration sont données dans les tableaux suivants :

Volume utile de rétention

	SGP Toiture et parvis (5065m²)
Volume (m3)	V = 199,9m3
Hauteur du bassin	H = 2m
Surface du bassin	S = 99,95m²
Type de bassin	Enterré raccordé
Temps de vidange dans réseau	T = 55 h

Etude d'infiltration

	SGP Toiture et parvis (5065m²)
Couche géotechnique de fond de bassin	R (Remblai)
Coefficient d'infiltration du fond de bassin	4,0E-06
Niveau NGF du site	56,30
Niveau NGF du fond de bassin	54,30
Niveau NGF des plus hautes eaux	56,30
Infiltration possible	Non
Temps d'infiltration	0

Compte-tenu du niveau élevé de la nappe et de la perméabilité médiocre, l'infiltration n'est pas envisageable pour la gare et son parvis, et le pôle bus.

4.4.3.6. Gare d'Aulnay

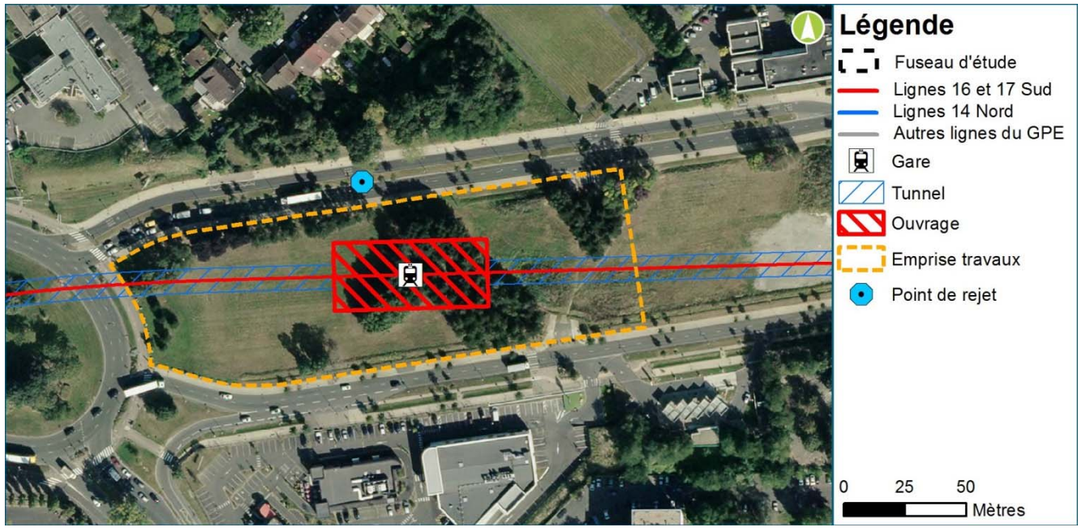
Occupation du sol actuelle et caractéristiques de l'ouvrage

Le terrain retenu pour la réalisation de gare GPE d'Aulnay-sous-Bois se situe sur la réserve foncière du terre-plein central de l'ex Route Nationale 2 acquise par la SGP sur une superficie 2,23 hectares.

La gare d'Aulnay et son parvis occupe un tiers de cette zone. Le terre-plein central de la RN2 est actuellement un terrain vague, planté à quelques endroits.

Les emprises chantiers s'étendent sur toute cette superficie.

Le site est donc non imperméabilisé puisqu'il s'agit d'un délaissé entre les voies de l'ex RN2.



Gare d'Aulnay – occupation du sol actuelle (Egis)

Présentation des ouvrages prévus pour la phase chantier et la phase exploitation

- **La gestion des eaux pluviales en phase chantier**

L'emprise chantier est divisée en deux catégories de surfaces :

- Les voiries : la circulation est maintenue, soit sur des voies identiques ou légèrement déplacées, soit sur une voie nouvelle ;
- Les zones de chantier proprement dites : ces zones ne sont pas revêtues et présentent des sols tassés par la circulation des engins.

Le chantier démarre par les opérations préparatoires successives suivantes :

- Libération des emprises ;
- Mise en place des installations nécessaires au fonctionnement du chantier : base vie, zones de stockage ;
- Gestion de la circulation routière et piétonne ;
- Déconstruction des bâtiments situés dans l'emprise chantier,
- Dévoiement des réseaux de surface.

L'emprise chantier est divisée en plusieurs parties dont la gestion des eaux pluviales est identique : les eaux sont collectées au point bas, traitées et régulées avant rejet au réseau. Chaque partie de l'emprise sera équipée de manière à pouvoir confiner les eaux de ruissellement dans l'emprise.

Les eaux pluviales du chantier sont collectées et dirigées vers une bâche connectée au système de traitement, lui-même connecté au réseau pluvial (réseau du CD93), pour respecter un **débit de fuite de 2 l/s/ha** correspondant aux prescriptions du règlement d'assainissement communal avec une pluie décennale, soit un **volume de rétention évalué à 636 m^3** pour une **surface active de 1,05 ha.**

La gestion des eaux pluviales en phase chantier repose donc sur un rejet global au réseau pluvial après stockage et traitement.

La gestion des eaux pluviales en phase exploitation

Le bassin de rétention-infiltration situé sous le parvis est raccordé au réseau, à cause des potentialités d'infiltration très limitées (K=1,5.10-6 à 2,5m de profondeur) pour les eaux de pluie de la gare, des parvis et du pôle bus.

Un bassin à ciel ouvert est prévu sur les emprises chantier restituées enherbées, en vue de la réalisation de futures opérations connexes, afin de permettre une gestion des eaux pluviales à la parcelle.

La surface active de la gare et du parvis est de 8 525 m² Les caractéristiques de la rétention et les possibilités d'infiltration sont données dans les tableaux suivants :

Volume utile de rétention

	SGP (11071m²)	Privé (11045m²)
Volume (m3)	V = 434,8m3	V = 112,7m3
Hauteur du bassin	H = 2m	H = 0,345m
Surface du bassin	S = 217,4m²	S = 327m²
Type de bassin	Bassin enterré	Ciel ouvert planté
Temps de vidange dans réseau	T = 54,7 h	T = 14,2 h

Etude d'infiltration

	SGP (11071m²)	Privé (11045m²)
Couche géotechnique de fond de bassin	R (Remblai)	R (Remblai)
Coefficient d'infiltration du fond de bassin	1,5E-06	4,0E-06
Niveau NGF du site	57,80	57,80
Niveau NGF du fond de bassin	55,80	57,46
Niveau NGF des plus hautes eaux	50,50	50,50
Infiltration possible	Partielle	Oui
Temps d'infiltration	T = 54,7 h	T = 23,9h

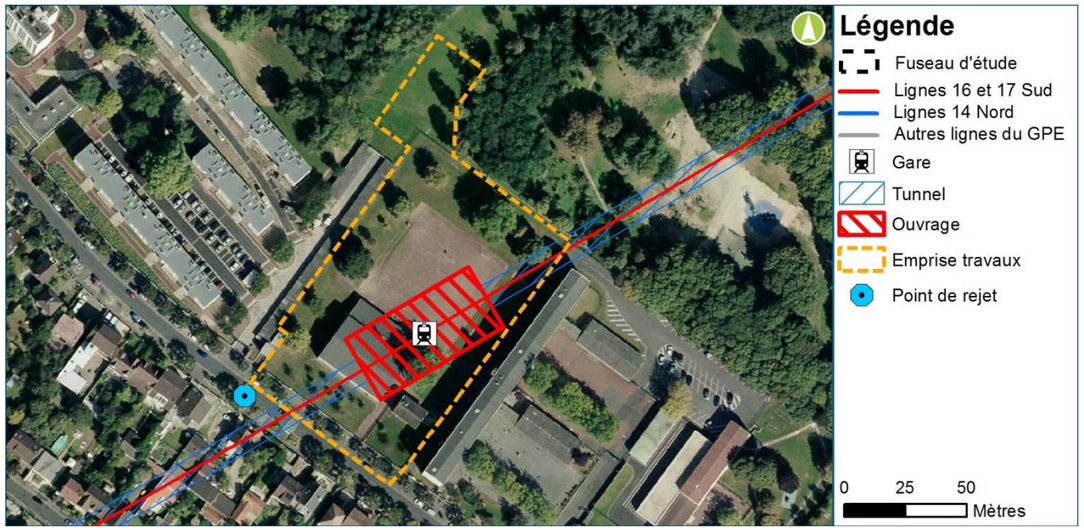
4.4.3.7. Gare du Blanc-Mesnil

Occupation du sol actuelle et caractéristiques de l'ouvrage

La gare GPE du Blanc Mesnil se situe sur la parcelle Langevin, entre des box de parking de logements sociaux, situés au Nord, et le groupe scolaire Langevin, situé au Sud, le long de l'avenue de la Division Leclerc. Le projet de la gare n'impacte pas le parc Jacques Duclos, qui est inscrit en espace classé boisé.

La gare se situe donc dans un environnement bâti assez peu contraint, composé, dans un rayon d'une soixantaine de mètre (soit environ 2 fois la profondeur excavée) d'un ensemble de garages sur un niveau dans la cité Notre-Dame au Nord, de pavillons de un à deux niveaux à l'Ouest et enfin de l'école élémentaire Jean-Baptiste Clément du groupe scolaire Langevin.

Le site est donc faiblement imperméabilisé et les emprises travaux imposent la démolition préalable du gymnase existant et de la maison individuelle qui occupent aujourd'hui la parcelle.



Gare du Blanc-Mesnil – occupation du sol actuelle (Egis)

Présentation des ouvrages prévus pour la phase chantier et la phase exploitation

- **<u>La gestion des eaux pluviales en phase chantier</u>**

L'emprise chantier est divisée en deux catégories de surfaces :

- Les voiries : la circulation est maintenue, soit sur des voies identiques ou légèrement déplacées, soit sur une voie nouvelle ;
- Les zones de chantier proprement dites : ces zones ne sont pas revêtues et présentent des sols tassés par la circulation des engins.

Le chantier démarre par les opérations préparatoires successives suivantes :

- Libération des emprises ;
- Mise en place des installations nécessaires au fonctionnement du chantier : base vie, zones de stockage ;
- Gestion de la circulation routière et piétonne ;
- Déconstruction des bâtiments situés dans l'emprise chantier,
- Dévoiement des réseaux de surface.

L'emprise chantier est divisée en plusieurs parties dont la gestion des eaux pluviales est identique : les eaux sont collectées au point bas, traitées et régulées avant rejet au réseau. Chaque partie de l'emprise sera équipée de manière à pouvoir confiner les eaux de ruissellement dans l'emprise.

Les eaux pluviales du chantier sont collectées et dirigées vers une bâche connectée au système de traitement, lui-même connecté au réseau unitaire (réseau communal du Blanc-Mesnil), pour respecter un **débit de fuite de 10 l/s/ha** correspondant aux prescriptions du règlement d'assainissement communal avec une pluie décennale, soit un **volume de rétention évalué à 210 m³** pour une **surface active de 0,82 ha.**

La gestion des eaux pluviales en phase chantier repose donc sur un rejet global au réseau unitaire après stockage et traitement.

- **<u>La gestion des eaux pluviales en phase exploitation</u>**

Un bassin de rétention sous le parvis collectera les eaux de pluie de toiture, de parvis et de l'aire de maintenance, et sera raccordé au réseau unitaire de la rue.

Pour les emprises complémentaires hors permis de construire, un bassin à ciel ouvert sera réalisé par un modelé de terrain en point bas pour assurer l'infiltration de cette parcelle restituée.

La surface active de la gare et du parvis est de 4 044 m² Les caractéristiques de la rétention et les possibilités d'infiltration sont données dans les tableaux suivants :

Volume utile de rétention

	SGP (5929m²)	Emprise restituée (3782m²)
Volume (m3)	V = 141,5m3	V = 26,5m3
Hauteur du bassin	H = 1,2m	H = 0,5m
Surface du bassin	S = 118m²	S = 53m²
Type de bassin	bassin enterré	Ciel ouvert planté
Temps de vidange	T = 6,6 h	T = 1,2 h

Etude d'infiltration

	SGP (5929m²)	Emprise restituée (3782m²)
Couche géotechnique de fond de bassin	R (Remblai)	R (Remblai)
Coefficient d'infiltration du fond de bassin	4,0E-06	4,0E-06
Niveau NGF du site	49,30	49,30
Niveau NGF du fond de bassin	48,10	48,80
Niveau NGF des plus hautes eaux	47,60	47,60
Infiltration possible	Non	Non
Temps d'infiltration	0	0

Compte-tenu du niveau élevé de la nappe et de la perméabilité médiocre, l'infiltration n'est pas envisageable pour la gare et son parvis.

4.4.3.8. Gare du Bourget RER

Occupation du sol actuelle et caractéristiques de l'ouvrage

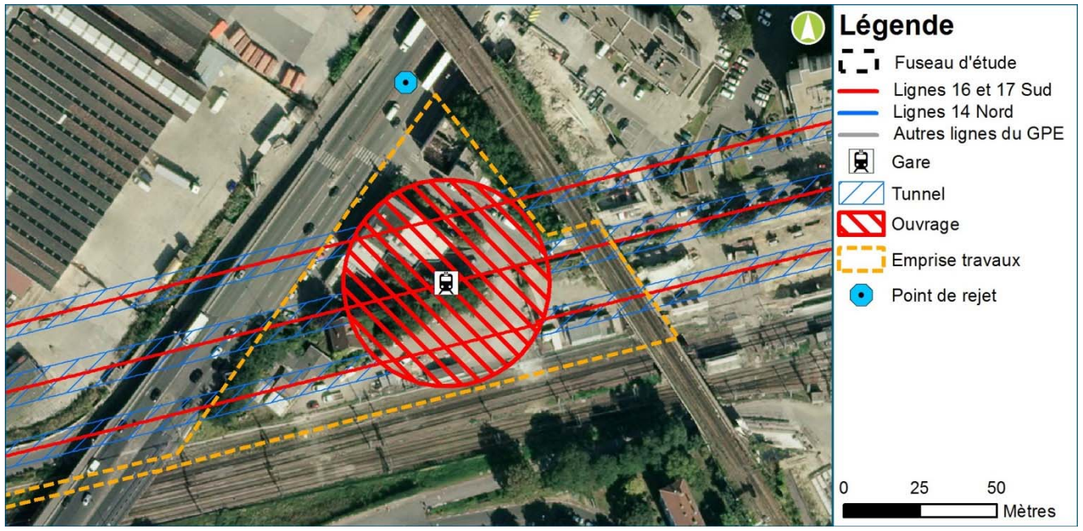
La gare GPE Le Bourget RER est localisée à la périphérie Sud-Ouest de la commune du Bourget, en limite avec les communes de La Courneuve et de Drancy.

La gare est positionnée comme la porte d'entrée Nord de Seine-Saint-Denis et de la métropole, fonctionnant ainsi en « hub » important de transport avec les interconnexions de la Tangentielle Nord, du RER B, du Transilien K ainsi qu'avec la perspective du prolongement de la ligne 7 du métro parisien.

Le site de la future gare est compris dans un « triangle » formé par :

- La RN2 en remblai au Nord-Ouest
- La plate-forme ferroviaire du RER B au Sud
- La plate-forme ferroviaire de la « Grande Ceinture » (GC), en remblai, au Nord Est de l'emprise.

Le site est donc fortement minéralisé ainsi que les emprises travaux nécessaires au projet.



Gare du Bourget RER – occupation du sol actuelle (Egis)

Présentation des ouvrages prévus pour la phase chantier et la phase exploitation

La gestion des eaux pluviales en phase chantier

L'emprise chantier est divisée en deux catégories de surfaces :

- Les voiries : la circulation est maintenue, soit sur des voies identiques ou légèrement déplacées, soit sur une voie nouvelle ;
- Les zones de chantier proprement dites : ces zones ne sont pas revêtues et présentent des sols tassés par la circulation des engins.

Le chantier démarre par les opérations préparatoires successives suivantes :

- Libération des emprises ;
- Mise en place des installations nécessaires au fonctionnement du chantier : base vie, zones de stockage ;
- Gestion de la circulation routière et piétonne ;
- Déconstruction des bâtiments situés dans l'emprise chantier,
- Dévoiement des réseaux de surface.

L'emprise chantier est divisée en plusieurs parties dont la gestion des eaux pluviales est identique : les eaux sont collectées au point bas, traitées et régulées avant rejet au réseau. Chaque partie de l'emprise sera équipée de manière à pouvoir confiner les eaux de ruissellement dans l'emprise. Les eaux pluviales du chantier de la gare du Bourget RER sont cumulées avec les eaux pluviales de chantier des ouvrages 3403P et 0100P.

Les eaux pluviales du chantier sont collectées et dirigées vers une bâche connectée au système de traitement, lui-même connecté au réseau unitaire (réseau communal du Bourget et réseau Plaine commune), pour respecter un **débit de fuite de 10 l/s/ha** correspondant aux prescriptions du règlement d'assainissement départemental (édition 02/2014) avec une pluie décennale, soit un **volume de rétention évalué à 2 151 m^3** pour une **surface active de 8,47 ha.**

La gestion des eaux pluviales en phase chantier repose donc sur un rejet global au réseau unitaire après stockage et traitement.

La gestion des eaux pluviales en phase exploitation

La surface active de la gare et du parvis est de 5 844 m² Les caractéristiques de la rétention et les possibilités d'infiltration sont données dans les tableaux suivants :

Volume utile de rétention

	SGP (6585m²)
Volume (m3)	V = 204,5m3
Hauteur du bassin	H = 0,5m
Surface du bassin	S = 409m²
Type de bassin	Ciel ouvert planté
Temps de vidange dans réseau	T = 8,6 h

Etude d'infiltration

	SGP (6585m²)
Couche géotechnique de fond de bassin	R (Remblai)
Coefficient d'infiltration du fond de bassin	4,0E-06
Niveau NGF du site	44,50
Niveau NGF du fond de bassin	44,00
Niveau NGF des plus hautes eaux	43,80
Infiltration possible	Non
Temps d'infiltration	0

Compte-tenu du niveau élevé de la nappe et de la perméabilité médiocre, l'infiltration n'est pas envisageable pour la gare et son parvis.

4.4.3.9. Gare de la Courneuve « Six Routes »

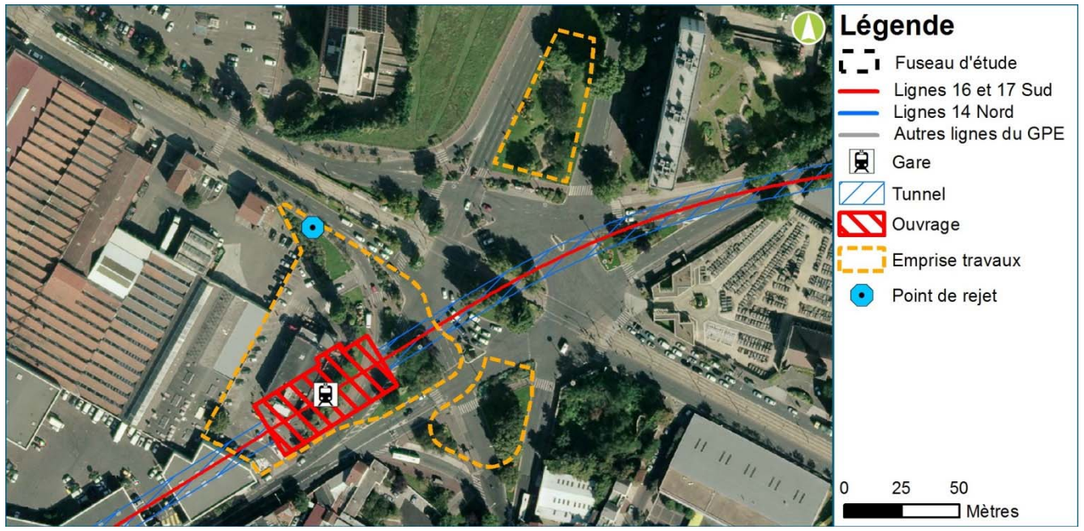
Occupation du sol actuelle et caractéristiques de l'ouvrage

La gare GPE de La Courneuve « Six Routes » est située sur le carrefour des « Six Routes » également nommé Rond-point de l'Armistice, à l'angle de la rue de Saint-Denis et de l'avenue du Général Leclerc, dans un périmètre qui fait l'objet d'un vaste projet de réaménagement urbain porté par Plaine Commune et le Conseil Départemental de Seine Saint- Denis.

Actuellement, le carrefour des « Six Routes » a un caractère très routier, avec le croisement de quatre avenues (Roger Salengro et Henri Barbusse au nord, Général Leclerc et boulevard Pasteur au Sud) avec la rue de Saint Denis. Les quatre avenues sont des voiries larges, exclusivement réservées à un trafic de transit, avec des largeurs de chaussées de minimum 12 m.

Malgré un site fortement minéralisé de par la surface de chaussée, la végétation est présente, avec une place de l'Armistice plantée de grands sujets, des abords de tramway également plantés ainsi qu'un talus fleuri le long du parking surélevé du restaurant Quick.

Le site est donc globalement fortement imperméabilisé ainsi que les emprises travaux nécessaires au projet.



Gare de la Courneuve « Six Routes » – occupation du sol actuelle (Egis)

Présentation des ouvrages prévus pour la phase chantier et la phase exploitation

- **La gestion des eaux pluviales en phase chantier**

L'emprise chantier est divisée en deux catégories de surfaces :

- Les voiries : la circulation est maintenue, soit sur des voies identiques ou légèrement déplacées, soit sur une voie nouvelle ;
- Les zones de chantier proprement dites : ces zones ne sont pas revêtues et présentent des sols tassés par la circulation des engins.

Le chantier démarre par les opérations préparatoires successives suivantes :

- Libération des emprises ;
- Mise en place des installations nécessaires au fonctionnement du chantier : base vie, zones de stockage ;
- Gestion de la circulation routière et piétonne ;
- Déconstruction des bâtiments situés dans l'emprise chantier,
- Dévoiement des réseaux de surface.

L'emprise chantier est divisée en plusieurs parties dont la gestion des eaux pluviales est identique : les eaux sont collectées au point bas, traitées et régulées avant rejet au réseau. Chaque partie de l'emprise sera équipée de manière à pouvoir confiner les eaux de ruissellement dans l'emprise.

Les eaux pluviales du chantier sont collectées et dirigées vers une bâche connectée au système de traitement, lui-même connecté au réseau unitaire (réseau CD93), pour respecter un **débit de fuite de 10 l/s/ha** correspondant aux prescriptions du règlement d'assainissement départemental (édition 02/2014) avec une pluie décennale, soit un **volume de rétention évalué à 191 m^3** pour une **surface active de 0,75 ha.**

Pendant l'excavation de la gare, les eaux pluviales du chantier seront gérées avec les eaux d'exhaure.

La gestion des eaux pluviales en phase chantier repose donc sur un rejet global au réseau unitaire après stockage et traitement.

- **La gestion des eaux pluviales en phase exploitation**

La surface active de la gare et du parvis est de 3 785 m² Les caractéristiques de la rétention et les possibilités d'infiltration sont données dans les tableaux suivants :

Volume utile de rétention

	SGP (4062m²)
Volume (m3)	V = 132,5m3
Hauteur du bassin	H = 0,5m
Surface du bassin	S = 265m²
Type de bassin	Bassin enterré
Temps de vidange dans réseau	T = 9,1 h

Etude d'infiltration

	SGP (4062m²)
Couche géotechnique de fond de bassin	MPH
Coefficient d'infiltration du fond de bassin	1,5E-06
Niveau NGF du site	37,00
Niveau NGF du fond de bassin	36,50
Niveau NGF des plus hautes eaux	33,50
Infiltration possible	Non
Temps d'infiltration	0

Compte-tenu de la perméabilité médiocre, l'infiltration n'est pas envisageable pour la gare et son parvis.

4.4.3.10. Gare de Saint-Denis Pleyel

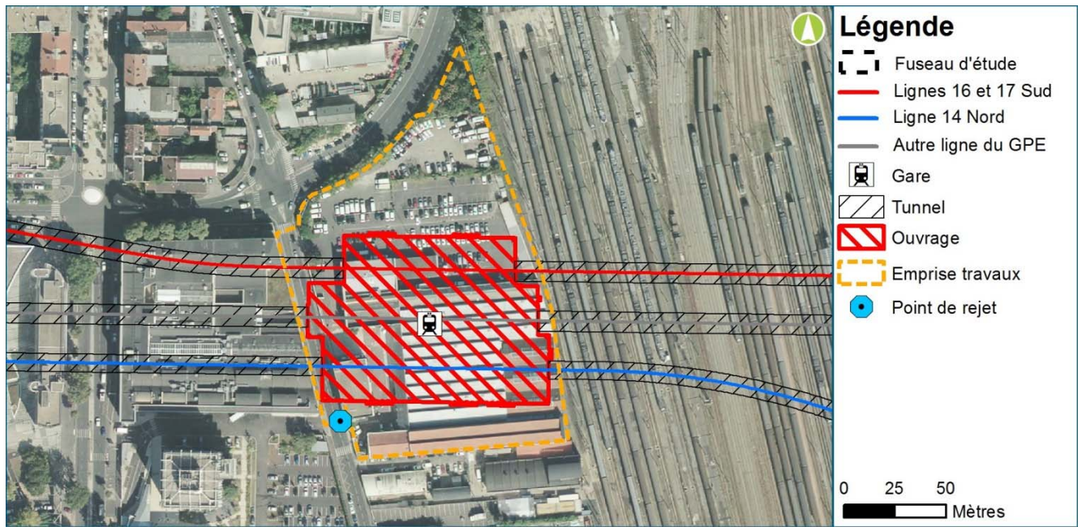
Occupation du sol actuelle et caractéristiques de l'ouvrage

La gare GPE de Saint-Denis Pleyel, gare emblématique du Grand Paris Express, s'implante dans un tissu urbain en pleine transition urbaine sur le quartier Pleyel, site du futur village olympique dans le cadre de la candidature pour les jeux olympique de 2024.

La gare s'implante entre la rue Pleyel et les voies SNCF, au Sud du futur pont permettant la jonction de l'avenue François Mitterrand à l'Est avec la rue du docteur Finot à l'Ouest (projet porté par Plaine-Commune).

Les espaces publics actuels impactés se limitent à la rue Pleyel à l'Ouest et à la rue Francisque Poulbot au Nord. L'ensemble de l'espace est dédié à la voirie, en enrobé.

Le site est donc globalement fortement imperméabilisé ainsi que les emprises travaux nécessaires au projet.



Gare de Saint-Denis Pleyel – occupation du sol actuelle (Egis)

Présentation des ouvrages prévus pour la phase chantier et la phase exploitation

La gestion des eaux pluviales en phase chantier

L'emprise chantier est divisée en deux catégories de surfaces :

- Les voiries : la circulation est maintenue, soit sur des voies identiques ou légèrement déplacées, soit sur une voie nouvelle ;
- Les zones de chantier proprement dites : ces zones ne sont pas revêtues et présentent des sols tassés par la circulation des engins.

Le chantier démarre par les opérations préparatoires successives suivantes :

- Libération des emprises ;
- Mise en place des installations nécessaires au fonctionnement du chantier : base vie, zones de stockage ;
- Gestion de la circulation routière et piétonne ;
- Déconstruction des bâtiments situés dans l'emprise chantier,
- Dévoiement des réseaux de surface.

L'emprise chantier est divisée en plusieurs parties dont la gestion des eaux pluviales est identique : les eaux sont collectées au point bas, traitées et régulées avant rejet au réseau. Chaque partie de l'emprise sera équipée de manière à pouvoir confiner les eaux de ruissellement dans l'emprise.

Les eaux pluviales du chantier sont collectées et dirigées vers une bâche connectée au système de traitement, lui-même connecté au réseau unitaire (réseau Plaine Commune), pour respecter un **débit de fuite de 10 l/s/ha** correspondant aux prescriptions du règlement d'assainissement départemental (édition 02/2014) avec une pluie décennale, soit un **volume de rétention évalué à 358 m^3** pour une **surface active de 1,41 ha.**

La gestion des eaux pluviales en phase chantier repose donc sur un rejet global au réseau unitaire après stockage et traitement.

La gestion des eaux pluviales en phase exploitation

La surface active de la gare et du parvis est de 10 220 m² Les caractéristiques de la rétention et les possibilités d'infiltration sont données dans les tableaux suivants :

Volume utile de rétention

	SGP Sud (9070m²)	SGP Nord (2000m²)
Volume (m3)	V = 293m3	V = 64,8m3
Hauteur du bassin	H = 2m	H = 2m
Surface du bassin	S = 146,5m²	S = 32,4m²
Type de bassin	Bassin enterré	Bassin enterré
Temps de vidange dans réseau	T = 9 h	T = 2 h

Etude d'infiltration

	SGP Sud (9070m²)	SGP Nord (2000m²)
Couche géotechnique de fond de bassin	R (Remblai)	R (Remblai)
Coefficient d'infiltration du fond de bassin	1,5E-06	1,5E-06
Niveau NGF du site	38,00	38,00
Niveau NGF du fond de bassin	35,00	35,00
Niveau NGF des plus hautes eaux	33,60	33,60
Infiltration possible	Infiltration trop faible	Infiltration trop faible
Temps d'infiltration	0	0

Compte-tenu de la perméabilité médiocre, l'infiltration n'est pas envisageable pour la gare et son parvis.

4.4.3.11. Synthèse de la gestion des eaux pluviales des gares en phase exploitation

La problématique de la gestion des eaux pluviales est particulière dans le sens où elle concerne une succession d'entités unitaires dont la gestion est indépendante des autres.

La gestion des eaux pluviales repose sur la même base pour tous les ouvrages :

- **La situation en phase d'exploitation est dégradée** (débits de ruissellement supérieurs aux débits initiaux, ce qui est le cas de toutes les gares), il y a un impact brut permanent ;
- La mesure de réduction consiste à réguler les débits selon les prescriptions du gestionnaire de réseau ;
- Le débit régulé est donc conforme à celui exigé par les gestionnaires, de sorte que l'impact résiduel soit nul.

À l'échelle des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, tous les ouvrages se voient appliquer le même principe de base. Les variations sont apportées par des exigences différentes des gestionnaires de réseaux en fonction de problématiques locales de lutte contre les nuisances liées aux ruissellements (inondations, coulées de boue).

Il convient de rappeler que d'une manière générale, les surfaces « projet » prises en considération pour le calcul des surfaces actives (conditionnant in fine le volume global des ouvrages de régulation des eaux pluviales) ont été maximisées.

En effet, dans le cadre d'aménagements urbains associés au développement des gares du projet, le devenir des parcelles considérées à l'échelle globale de l'aménagement pourrait être amené à évoluer (par exemple, restitution d'une partie du parvis des gares au domaine public des collectivités locales, avec la Maîtrise d'Ouvrage associée).

En ce sens, les études en cours et les décisions prises par la Société du Grand Paris sur les périmètres de maîtrise d'ouvrage des gares, permettront potentiellement d'optimiser les caractéristiques des ouvrages de rétention des eaux pluviales et pourront donc aboutir à des ouvrages moins capacitaires qu'en l'état actuel.

Ouvrage	Surface active gare et parvis (m²)	Réseau exutoire pressenti	Gestionnaire du réseau	Débit de fuite (l/s/ha)	Volume de rétention gare et parvis (m³)	Infiltration gare et parvis
07CHL –gare de Chelles	3013	Eaux Pluviales	CA Paris Vallée de la Marne	10	68	non
06CMF- gare de Clichy-Montfermeil	7846	Eaux Pluviales	Métropole T9	10	275	non
05SEL – gare de Sevran-Livry	3320	Eaux Pluviales	CD93 - DEA	2	170	non
04SEB – gare de Sevran-Beaudottes	3920	Eaux pluviales	CD93 - DEA	2	200	non
03ALN – gare d'Aulnay	8525	Eaux pluviales	CD93 - DVD	2	435	partielle
02LBM – gare du Blanc-Mesnil	4044	Unitaire	Le Blanc-Mesnil	10	141	non
01LBG – gare du Bourget RER	5844	Unitaire	Métropole T7	10	204	non
34LCO – gare de La Courneuve « Six routes »	3785	Unitaire	CD93 - DEA	10	132	non
33SDP – gare de Saint-Denis Pleyel	10220	Unitaire	Métropole T6	10	293	non

Synthèse de la gestion des eaux pluviales en phase exploitation pour les gares des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord

4.4.3.13. Gestion des eaux pluviales des ouvrages annexes

Gestion des eaux pluviales des ouvrages annexes en phase chantier

La gestion des eaux pluviales des ouvrages annexes repose sur les mêmes bases que pour les gares :

- La mesure de réduction consiste à réguler les débits selon les prescriptions du gestionnaire de réseau ;
- Le débit régulé est conforme à celui exigé par les gestionnaires, de sorte que l'impact résiduel soit nul.

À l'échelle des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, tous les ouvrages se voient appliquer le même principe de base. Les variations sont apportées par des exigences différentes des gestionnaires de réseaux en fonction de problématiques locales de lutte contre les nuisances liées aux ruissellements (inondations, coulées de boue).

Il convient de rappeler que d'une manière générale, les surfaces « projet » prises en considération pour le calcul des surfaces actives (conditionnant in fine le volume de régulation des eaux pluviales) ont été maximisées. Pour évaluer les volumes de rétention à prévoir lors de la phase chantier, le coefficient de ruissellement a été fixé à 0,8 (moyenne pour des emprises chantier composées de voiries, d'aires étanches, de terres/graviers tassés, ..) Les emprises travaux s'insérant entièrement sur le domaine public, aujourd'hui régulées et reliées au réseau d'assainissement ne sont pas étudiées (3301P), pour ces emprises les eaux seront rejetées au réseau après traitement.

Les études complémentaires à venir permettront d'optimiser les caractéristiques des ouvrages de rétention des eaux pluviales et pourront donc aboutir à des ouvrages moins capacitaires que les évaluations présentées ci-après.

Il est rappelé que l'emprise de l'arrière-gare de Noisy-Champs (ARG NCH) est rattachée à la ligne 15 Sud et a déjà fait l'objet d'une autorisation au titre de la loi sur l'eau par arrêté interfpréfectoral n°2016-934 du 1 avril 2016. Elle est citée dans le tableau ci-dessous à titre d'information.

Ouvrage	Emprise travaux indicative (m^2)	Surface active (ha)	Réseau exutoire pressenti	Gestionnaire	Débit de fuite (l/s/ha)	Volume de rétention en phase chantier (m^3)	Emprise de travaux inondable
ARG NCH	*12 460*	*0,87*	*Eaux pluviales*	*-*	*10*	*253*	*Non*
0704P	3 520	0,25	Eaux pluviales	CA Paris-Vallée de la Marne	10	71	Non
0703P	1 626	0,11	Eaux pluviales	Ville Gournay-sur-Marne	10	33	Non
0702P	1 658	0,12	Eaux pluviales	Ville Gournay-sur-Marne	10	34	**Oui**
0701P	1 525	0,11	Canal de Chelles	Voies Navigables de France	10	31	**Oui**
0605P	1 770	0,12	Eaux pluviales	CA Paris Vallée de la Marne	10	36	**Oui**
0604P	2 005	0,14	Eaux pluviales	CA Paris Vallée de la Marne	10	41	**Oui**
0603P	26 307	1,84	Eaux pluviales	CA Paris Vallée de la Marne	10	534	Non
0602P	1 378	0,1	Eaux pluviales	Métropole T9	4	46	Non
0601P	3 925	0,27	Eaux pluviales	Métropole T9	4	131	Non
0504P	1 845	1,01	Eaux pluviales	DEA CD 93	10	38	Non
0503P	32 548	0,13	Eaux pluviales	Ville Livry-Gargan	10	661	Non
0502P	1 968	0,14	Unitaire	Ville Livry-Gargan	10	40	Non
0501P	2 248	0,16	Eaux usées	Métropole T7	2	110	Non
0401P	3 983	0,28	Eaux pluviales	Ville Sevran ou privé	2	193	Non
0303P	1 943	0,14	Eaux pluviales	Ville Aulnay-sous-Bois	2	94	Non
0302P	3 081	0,22	Eaux pluviales	Ville Aulnay-sous-Bois	2	149	Non
0301P	1 974	0,14	Eaux pluviales	Ville Aulnay-sous-Bois	2	95	Non
0220P	167 489	11,7	Eaux pluviales	DEA CD 3	2	8 093	Non
0210P	2 816	0,2	Eaux pluviales	DEA CD 93	2	136	Non
0202P	27 553	1,9	Eaux pluviales	DEA CD 93	2	1 331	Non

Ouvrage	Emprise travaux indicative (m^2)	Surface active (ha)	Réseau exutoire pressenti	Gestionnaire	Débit de fuite (l/s/ha)	Volume de rétention en phase chantier (m^3)	Emprise de travaux inondable
0201P	3 263	0,23	La Morée	DEA CD 93	2	158	Non
0104P	2 806	0,2	Unitaire	Ville Le Blanc-Mesni	10	57	Non
0103P	2 551	0,18	Eaux pluviales	DEA CD93	10	52	Non
0102P	3 197	0,22	Unitaire	DEA CD93	10	65	Non
0101P	10 854	0,76	Unitaire	DEA CD93	10	221	Non
0100P, 3403P (eaux pluviales de chantier cumulées avec la gare Le Bourget RER)	105 906	7,4	Unitaire	Métropole T6	10	2 151	Non
3402P	2 620	0,18	Unitaire	Métropole T6	10	53	Non
3401P	1 937	0,14	Unitaire	Métropole T6	10	39	Non
3304P	3 131	0,22	Unitaire	DEA CD 93	10	64	Non
3303P	15 227	1,07	Canal Saint Denis	Ville de Paris - Service des canaux	10	310	Non
6301P	2 842	0,2	Eaux pluviales	Métropole T6	10	58	Non
3302P	8 506	0,6	Eaux pluviales	Métropole T6	10	173	Non
3301P	2 049	0,14	Eaux pluviales	Métropole T6	10	42	Non
6302P	1 932	0,14	-	Métropole T6	10	39	Non
3300P	14 300	1	Unitaire	Métropole T6	10	291	Non

Synthèse de la gestion des eaux pluviales en phase chantier pour les ouvrages annexes des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord (Source : Egis, 2016)

Gestion des eaux pluviales des ouvrages annexes en phase exploitation

En phase exploitation, les ouvrages annexes présentent une surface émergente imperméabilisée relativement faible :

- Les ouvrages annexes sont la plupart du temps enterrés et recouverts d'une couche de terre sur une partie de leur emprise souterraine ; les émergences constituent donc une surface imperméabilisée réduite, à laquelle s'ajoute la voirie interne prévue pour la desserte de l'ouvrage ;

- Les grilles de ventilation dans la partie émergente laissent passer les eaux de pluie, qui sont collectées en fond d'ouvrage avec les eaux d'infiltration de tunnel et des parois moulées. Ces volumes sont évacués vers le réseau d'eaux usées en surface.

Le tableau suivant synthétise les dispositions adoptées pour la gestion des eaux pluviales en phase exploitation des ouvrages annexes.

Code ouvrage	Nom de l'ouvrage / adresse	Type d'ouvrage et fonction	Volume du bassin (m^3)	Surface du bassin (m^2)	Type de bassin	Rétention ou infiltration	Raccordement au réseau	Adresse du point de rejet
0704P	Bd de Nesles	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	15,7	31,4	Ciel ouvert planté	Infiltration	Réseau pluvial	Bd de Nesles, Champs-sur-Marne
0703P	Rd-pt Bd du Bel Air	Ouvrage annexe : accès secours	Ouvrage sur espace déjà assaini ; raccordement des eaux pluviales sur l'existant					
0702P	Av des Champs	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Ouvrage sur espace déjà assaini ; raccordement des eaux pluviales sur l'existant					
0701P	Rue V. Hugo	Ouvrage annexe : accès secours	5,8	11,6	Ciel ouvert planté	Rétention	Réseau unitaire	Rue Victor Hugo, Chelles
0605P	Rue G. Nast	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	15,3	30,6	Ciel ouvert enherbé	Rétention	Réseau pluvial	Rue Gustave Nast, Chelles
0604P	Allée de la Noue Brossard	Ouvrage annexe : accès secours	12,8	25,6	Ciel ouvert enherbé	Rétention	Réseau pluvial	Rue des Sources, Chelles
0603P	Chemin de la Peau Grasse	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	44,6	846	Ciel ouvert planté	Infiltration	Réseau pluvial	Rue du Clos Roger / Ch Peau Grasse, Chelles
0602P	Av des Perdrix	Ouvrage annexe : accès secours	19,8	9,9	Bassin enterré	Rétention	Réseau unitaire	Avenue des Perdrix, Montfermeil
0601P	Rue des Abricots	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	47,4	23,7	Bassin enterré	Rétention	Réseau unitaire	Rue des Abricots, Montfermeil
0504P	Allée de Gagny	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Ouvrage sur espace déjà assaini ; raccordement des eaux pluviales sur l'existant					
0503P	Chemin de Clichy	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	23,9	47,8	Ciel ouvert planté	Rétention	Réseau unitaire	Allée de Bellevue, Livry-Gargan
0502P	Allée des Bosquets	Ouvrage annexe : accès secours	21,9	73	Ciel ouvert planté	-	-	-
0501P	Chemin de la Mare au Chanvre	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	38,7	77,4	Ciel ouvert planté	Rétention	Réseau pluvial	Rue de la Mare au Chanvre, Sevran
0401P	Rue H. Becquerel	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	40,8	20,4	Bassin enterré	Rétention	Réseau unitaire	Rue Henri Becquerel, Sevran
0303P	Rue du Dr Fleming	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	17	17	Bassin enterré	Rétention	Réseau pluvial	Carrefour rue A Paré / rue Dr Fleming, Aulnay-sous-Bois
0302P	Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy	Ouvrage annexe : accès secours	16,4	2	Puits d'infiltration	Infiltration	-	-
0301P	Carrefour Bd M. Chagall / Rue E. Delacroix	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	42,8	21,4	Bassin enterré	Infiltration	-	-
0220P	Ancien site PSA	Ouvrage annexe : accès secours	75,9	253	Ciel ouvert planté	Infiltration	-	-
0210P	Rd-pt RD40	Ouvrage annexe : accès secours	23	92	Ciel ouvert planté	Infiltration	-	-
0202P	Terre-plein RN2	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	43,7	87,4	Ciel ouvert planté	Infiltration	-	-

Code ouvrage	Nom de l'ouvrage / adresse	Type d'ouvrage et fonction	Volume du bassin (m^3)	Surface du bassin (m^2)	Type de bassin	Rétention ou infiltration	Raccordement au réseau	Adresse du point de rejet
		Entonnement - débranchement vers SMI-SMR d'Aulnay						
0201P	Échangeur A3	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	34,7	51,6	Ciel ouvert planté	Infiltration	-	-
0104P	Rue V. Hugo	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	31,3	104,3	Ciel ouvert planté	Infiltration	-	-
0103P	Av C. Floquet	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	51,3	25,6	Bassin enterré	Rétention	Réseau unitaire	Rue Charles Floquet, Le Blanc-Mesnil
0102P	Rue E. Vaillant	Ouvrage annexe : accès secours	9,3	18,6	Ciel ouvert planté	Rétention	Réseau unitaire	Rue Edouart Vaillant, Le Bourget
0101P	Rue du Cdt Rolland	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement Est Ligne 16 / Ligne 17	46,4	165,3	Ciel ouvert planté	Infiltration	-	-
0100P	Rue de Verdun	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement Ouest Ligne 16 / Ligne 17	49,6	154,7	Ciel ouvert planté	Rétention	-	-
3403P	Rue de Verdun	Ouvrage annexe : accès secours	Ouvrage sur espace déjà assaini ; raccordement des eaux pluviales sur l'existant					
3402P	Rue D. September	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Ouvrage sur espace déjà assaini ; raccordement des eaux pluviales sur l'existant					
3401P	Av de la République	Ouvrage annexe : accès secours	6,7	3,3	Bassin enterré	Rétention	Réseau unitaire	Avenue de la République, La Courneuve
3304P	Rue F. de Pressensé	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	17,7	35,4	Ciel ouvert planté	Rétention	Réseau unitaire	-
3303P	Chemin du Haut Saint-Denis	Ouvrage annexe : accès secours	34,8	33,2	Ciel ouvert planté	Infiltration	-	-
3302P	Stade N. Mandela	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Ouvrage sur espace déjà assaini ; raccordement des eaux pluviales sur l'existant					
6301P	Rue des Cheminots	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Ouvrage sur espace déjà assaini ; raccordement des eaux pluviales sur l'existant					
3301P	Place aux Etoiles	Ouvrage annexe : accès secours	Ouvrage sur espace déjà assaini ; raccordement des eaux pluviales sur l'existant					
6302P	Bd A. France	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	Ouvrage sur espace déjà assaini ; raccordement des eaux pluviales sur l'existant					
3300P	Bd Finot	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement liaison lignes 16-17 sud / ligne 15	Ouvrage sur espace déjà assaini ; raccordement des eaux pluviales sur l'existant					

Gestion des eaux pluviales des ouvrages annexes en phase exploitation (Source : Egis / Tractebel, 2016)

4.4.4. Analyse détaillée de la gestion des débits d'infiltration en phase exploitation

Les ouvrages et le tunnel sont conçus pour être étanches à l'eau souterraine autant que possible.

Néanmoins, s'agissant d'ouvrages situés en permanence sous le niveau de l'eau souterraine, des débits d'infiltration (ou résiduels), qui peuvent être qualifiés de « suintements », sont toujours possibles.

Les hypothèses retenues pour les calculs des débits d'infiltration sont les suivantes :

- 0,3 m3/h par km de tunnel situé sous la nappe ;
- 2,5 l/j par m2 de mur d'ouvrage enterré en contact avec une nappe ;
- 55 l/j par m2 pour les infiltrations d'eaux pluviales depuis les grilles des ouvrages.

Le volume d'eaux d'infiltration est estimé à 76 212 m^3 par an, sur la base d'une infiltration de 300l/h/km d'ouvrage (soit 208,8 m^3 par jour pour 29 km d'ouvrages). Ainsi, les débits d'infiltration en phase d'exploitation sont extrêmement réduits.

4.4.5. Gestion qualitative des eaux pluviales, des eaux d'exhaure et des eaux résiduelles et mesures associées

La qualité des eaux superficielles est potentiellement impactée par :

- Des rejets d'eaux pluviales ou d'eaux souterraines (issues des pompages d'exhaure) directement dans les eaux superficielles ;
- Une pollution du sol entrainée par ruissellement ou en cas de crue vers les eaux superficielles, cette pollution se présentant sous forme :
  - Chronique, suite au fonctionnement ou à l'usure des ouvrages en phase exploitation ;
  - Accidentelle, en particulier pendant la phase travaux.

En phase travaux, le risque de pollution des eaux pluviales est lié à la présence de sols dénudés par les terrassements et aux zones de stockage de produits polluants sur les bases chantier. À noter également que les nappes perchées potentiellement présentes dans les terrains remblayés sont fréquemment alimentées par des fuites de réseaux EP ou EU. Il existe donc un risque de pollution de ces eaux par l'origine des remblais anthropiques dans lesquels elles se trouvent, ou par leur alimentation à partir de fuites de réseaux d'eaux usées.

D'autre part il existe un risque de prélèvement, par pompage d'exhaure, d'eaux contaminées. Celui-ci concerne les secteurs où des sont effectués dans une nappe d'eau souterraine présentant une pollution significative (le plus souvent liée à des historiques industriels importants).

Les paragraphes ci-après présentent l'analyse des incidences du projet pour :

- La phase travaux ;
- La phase exploitation ;
- Et au sein de chaque phase, pour chaque typologie de pollution potentielle (chronique, accidentelle).

4.4.5.1. Impacts liés aux pollutions chroniques des eaux pluviales en phase travaux et mesures associées

Impacts

La phase travaux est susceptible d'engendrer des pollutions des ressources en eau souterraine et superficielle, d'origine mécanique ou chimique liées :

- Aux installations de chantier ou aux zones de stockages des carburants, des granulats et des déchets à l'origine de fuites ;
- A la circulation des engins (huiles, hydrocarbures) et en particulier aux aires de stationnement et d'entretien ;
- Aux rejets de matières en suspension (MES) entraînées par ruissellement des eaux de pluie sur les matériaux récemment mobilisés, notamment lors des travaux de terrassement.

Cette pollution chronique est principalement caractérisée par les paramètres Matières En Suspension (MES) et Hydrocarbures Totaux (HCT) ou Demande Chimique en Oxygène (DCO).

Mesures

Organisation du chantier

Lors des travaux de forage, des précautions seront prises pour prévenir les risques de pollution conformément aux règles de l'art, et ainsi éviter tout risque d'atteinte à la qualité des ressources en eau.

Le responsable environnement de l'équipe de maîtrise d'œuvre du chantier s'assurera de la prise en compte des enjeux liés à la pollution de l'eau souterraine en validant (VISA) les plans d'installation de chantier fournis par les entreprises.

Les moyens généraux prévus pour prévenir le risque de pollution lors de la mise en place des dispositifs d'exhaure seront les suivants :

- Délimitation des zones d'interventions et mise en place de clôtures de protection autour des chantiers ;
- Éloignement des produits potentiellement polluants des forages ;
- Surveillance des abords des ateliers de forage afin de détecter toute perte ou égoutture de produits potentiellement polluant (hydrocarbures) ;

- Tenue d'un cahier de chantier par les entreprises, indiquant l'avancement des chantiers et les difficultés rencontrées ;
- Nettoyage et entretien préalable du matériel et des engins préalablement à leur amenée sur les chantiers ;
- Remplissage des réservoirs des engins en début de journée, avant le début des ateliers ;
- Stockage des hydrocarbures, des huiles et des graisses utilisés sur les chantiers sur des dispositifs de rétention éloignés des forages, de façon à éviter tout risque d'atteinte des eaux souterraines en cas de fuite accidentelle ;
- Mise à disposition de dispositifs de confinement des polluants ;
- Gestion des eaux pluviales afin d'éviter leur pénétration dans les forages ;
- Évacuation des déblais de forage ;
- En fin de travaux, rebouchage des ouvrages conformément aux règles de l'art et en respectant la norme NF X10-999. Les puits seront notamment comblés par un matériau inerte au droit de la zone saturée puis par une cimentation jusqu'en surface. Les pointes filtrantes seront quant à elles arrachées, les vides seront alors remblayés par un matériau inerte (en terrain consolidé). Pour les tranchées, les drains seront si possible arrachés, sinon, ils seront laissés en place.

Par ailleurs, en zone inondable, l'organisation du chantier prendra en compte le risque d'inondation par crue et des têtes étanches seront mises en place sur les puits de pompage.

Dans l'hypothèse d'un déversement accidentel d'un produit potentiellement polluant (hydrocarbures par exemple), un protocole d'intervention sera élaboré et rendu obligatoire. Il sera basé sur les principes suivants :

- Colmatage de la fuite ou du déversement accidentel ;
- Confinement des déversements au plus près de la fuite et récupération immédiate, par terrassement, des matériaux ou terres pollués ;
- Stockage provisoire de ces terres sur une aire étanchée, une benne imperméable ou un bassin ad hoc ;
- Arrêt immédiat de l'activité à l'origine de la fuite et mise en sécurité des ateliers à proximité de la zone du sinistre ;
- Avertissement du maître d'ouvrage et des administrations compétentes, avec description sommaire de l'accident et évaluation du risque ;
- Intervention d'une entreprise spécialisée pour l'évacuation et l'élimination des matériaux et terres pollués.

Une personne formée à l'appréciation du risque accidentel et capable d'organiser les premières interventions sera présente sur chaque site au cours des travaux de forage.

Des produits absorbants et membranes étanches seront tenus à disposition sur les différents sites pour les interventions d'urgence.

Enfin, tout incident ou accident ayant porté ou susceptible de porter atteinte à la qualité des eaux et les premières mesures prises pour y remédier seront déclarés au préfet dans les meilleurs délais.

Dispositions relatives à la gestion et l'entretien des matériels

- L'entretien des engins sera réalisé sur des aires spécialement aménagées (par exemple sur des surfaces étanches ou dans un espace confiné soit étanche soit comprenant un système permettant le traitement) ;
- Le stockage des produits polluants sera réalisé à l'abri de la pluie et dans des conditions telles qu'ils ne pourront pas être mélangés et polluer le sol. Les égouttures, éventuelles fuites lors des remplissages et les fonds de cuve seront récupérées et collectées par des entreprises spécialisées qui en assureront le transfert, le traitement et l'élimination par une filière agréée ;
- L'entretien courant des engins, et notamment leur vidange, sera interdit sur le site ;
- Une fosse de dépotage étanche sera installée sur chaque atelier nécessitant la livraison de béton, de manière à pouvoir nettoyer les goulottes des toupies ; le nettoyage complet de la toupie sera interdite sur site et devra se faire au niveau des centrales. Les laitances ainsi récupérées seront pompées et éliminées par une filière agréée ;
- Une aire de lavage munie d'un bac de décantation sera mise en place pour le nettoyage des engins de chantier, des bennes et roues de camions.

La mise en œuvre de l'ensemble de ces éléments permettra d'assurer une préservation efficace de la qualité des eaux souterraines.

Traitement des eaux pluviales

Les eaux pluviales issues du chantier seront rejetées, après traitement et rétention au réseau ou en cours d'eau suivant les cas.

Les études récentes en matières de gestion des eaux pluviales de chantier montrent que l'élimination des MES permet d'éliminer une très grande partie des pollutions de tous types (plus de 90 %), en particulier les hydrocarbures et les métaux lourds.
Ces mêmes études montrent que les concentrations en polluants présentent de fortes variations :

- Lorsqu'une pluie tombe sur un sol sec ou légèrement humide et que le sol est peu perméable, la première eau de ruissellement opère un lessivage de la surface du sol ;
- Cette première eau est donc très chargée en polluants car elle entraine les particules stockées pendant la période de temps sec : les études estiment le pic de concentration en polluant pour une pluie d'environ 10 minutes ;
- Les eaux de ruissellement suivantes coulent sur une surface nettoyée des polluants existant en début de la pluie : elles ne transportent que des polluants nouvellement arrivés (roues de camion par exemple) ou arrachés à la surface du sol, si les conditions d'écoulement le permettent (reprise d'érosion des zones terrassées, par exemple).

Ce raisonnement peut aussi s'appliquer à la période de retour des pluies : les pluies les plus fréquentes, dont la période de retour est faible, de un à cinq ans, sont celles qui lessivent le plus souvent les sols et, sont donc les plus polluées. Les pluies dont la période de retour est plus longue (dix ans ou plus) lessivent les sols moins souvent et engendrent des volumes ruisselés plus importants. Leur concentration en polluant est donc plus faible.

Le principe de traitement des eaux pluviales est donc basé sur la décantation des eaux collectées et repose sur les éléments suivants :

- Les eaux de ruissellement seront collectées et dirigées vers des **bassins de rétention / décantation,** lorsque l'espace disponible sur le site le permet. Le taux d'abattement estimé de ces ouvrages est de l'ordre de 85 % sur les MES ;

- Les eaux seront décantées dans des **décanteurs lamellaires** (dispositifs fonctionnant sur un espace réduit) si l'abattement dans les simples bassins de rétention/décantation n'est pas suffisant, ou si la place manque pour installer un bassin de décantation. Pour obtenir un taux d'abattement de 85%, la vitesse de chute des particules (ou vitesse de Hazen – grandeur dimensionnante avec la surface des lamelles) idéale est comprise entre 05 et 1 m/h ;

- Les eaux transiteront par des **filtres à sable** si l'abattement de la pollution par les décanteurs lamellaires est insuffisant. Le taux d'abattement pour les filtres à sable est de 90 %.

En pratique, la concentration en MES de 100 mg/l en sortie de traitement sera recherchée avant rejet au réseau. Cette concentration permet de répondre aux exigences des gestionnaires de réseau concernés sur le territoire desservi pas les Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

L'abattement dans un bassin de décantation est calculé à l'aide de la méthodologie proposée par le CEREMA (ex SETRA) dans l'ouvrage « l'eau et la route ». Un tel bassin est caractérisé par une surface minimum permettant d'abattre 85 % de la pollution chronique véhiculée par les eaux de pluie (vitesse de sédimentation de 0,028 m/s).

Ce pourcentage d'abattement est jugé suffisant pour un rejet au réseau et ne pas dégrader la qualité du milieu récepteur exutoire du réseau et contribuer à l'objectif de bon état de la masse d'eau.

Pour un **décanteur lamellaire**, le taux d'abattement dépend, outre de la vitesse de Hazen, principalement des paramètres suivants :

- Surface totale de décantation, dépendant de la surface du décanteur et de la surface totale des lamelles ;

- Espacement entre les lamelles ;

- Débit maximal entrant dans le décanteur lamellaire.

Le dispositif de traitement, quel que soit le principe retenu, sera positionné au droit ou en aval du dispositif de régulation du débit rejeté.

La décantation en bassin se fait par régulation du niveau d'eau dans le bassin au droit du dispositif de régulation. La décantation lamellaire, ou par filtre à sable, se fait en aval : la performance de ces matériels est largement améliorée par la régulation des débits.

Il devra pouvoir faire l'objet de contrôles de qualité de l'eau entrante et de l'eau sortante.

Il est rappelé ici que le traitement mis en place, quel que soit le type d'ouvrage utilisé, doit être efficace. En effet il y a une obligation de résultat sur la qualité des effluents rejetés au réseau.

Remarque importante : la qualité de rejet exigée par les gestionnaires de réseau est compatible avec un rejet en Seine ou en Marne (exutoires finaux des réseaux). Outre le fait que les débits d'eaux pluviales rejetés sont faibles et de durée limitée, les concentrations obtenues par traitement ne modifient pas la concentration de la Seine ou de la Marne pour les paramètres pris en compte car les flux des substances concernées sont négligeables par rapport à ceux de la Seine ou de la Marne (il y a un facteur d'au moins 10.000 entre les débits).

Pour les rejets effectifs dans les cours d'eau (canal de Chelles, Morée), les valeurs réelles de qualité seront mesurées en entrée de traitement, en sortie de traitement et dans les cours d'eau au droit des rejets de manière à vérifier que les objectifs de qualité des cours d'eau sont respectés.

Concernant le canal de l'Ourcq et le canal Saint-Denis, la qualité des eaux pluviales rejetées sera contrôlée selon un protocole qui sera définit en accord avec le service des canaux de la ville de Paris et qui respectera la procédure du « guide à l'usage des collectivités sur les prélèvements et les rejets d'eau dans les canaux » (Mairie de Paris – service des canaux octobre 2011).

4.4.5.2. Impacts liés aux pollutions chroniques des eaux d'exhaure en phase travaux et mesures associées

Impacts

Section courante

La méthode constructive de la section courante du projet est le creusement par tunnelier, mais également la tranchée couverte (raccordement de la ligne 16, de l'ouvrage de lancement 0220P au site SMI-SMR d'Aulnay). En l'absence de rabattement de nappe, la pollution éventuelle des eaux souterraines en présence n'aura pas d'impact significatif lors de la réalisation de la section courante.

Gares, points d'entrée/sortie de tunneliers et ouvrages annexes

La réalisation des gares, des points d'entrée/sortie de tunneliers et des ouvrages annexes nécessitent la mise en œuvre de pompages pour la mise hors d'eau des fouilles. Dans les zones de traversée de nappes contaminées, ces eaux d'exhaures seront donc chargées en polluants. Les rejets effectués vers les eaux superficielles auront donc un impact fort.

Concernant le projet, les zones problématiques au regard d'une contamination de la nappe se situent : à l'extrémité est du projet, autour de la gare de Chelles, de la gare du Bourget RER et de l'ouvrage 0101P, et à l'ouest du canal Saint-Denis jusqu'à l'ouvrage 3302P à l'est (voir carte pages suivantes).

En dehors de ces zones, l'absence de données publiques disponibles témoigne généralement d'un historique d'occupation des sols de nature peu polluante : le risque de contamination de la nappe est considéré comme faible. Toutefois, il ne faut pas exclure la possibilité d'une pollution locale des eaux souterraines liée à une activité industrielle localisée par exemple.

Mesures

Rejets dans un cours d'eau

Le rejet dans un cours d'eau suppose que la qualité des eaux d'exhaure soit compatible avec les objectifs du SDAGE et de la Directive Cadre sur l'Eau. Le rejet ne doit pas modifier la qualité des eaux par rapport à l'objectif de bon état fixé par la DCE.

Ainsi, selon la qualité des eaux collectées, un dispositif de traitement provisoire avant rejet des eaux au milieu naturel pourra être mis en œuvre. L'emprise des dispositifs de traitement nécessaires représente une contrainte spatiale qu'il convient de prendre en compte dans le choix de la solution de rejet envisagée.

Au stade d'avancement des études du projet, il n'est pas possible de présenter précisément les solutions de traitement qui seront mises en œuvre pour respecter les exigences qualitatives imposées par les solutions de rejet retenues.

Différents types de traitement sont envisageables en phase travaux (ou d'exploitation pour les eaux résiduelles) pour atteindre les objectifs de qualité souhaités. Le choix du dispositif de traitement dépend :

- Des caractéristiques physico-chimiques des eaux à traiter et des objectifs de qualité à atteindre ;
- Du débit et du volume d'eau à traiter ;
- De l'emprise disponible ;
- Des performances attendues des conditions d'exploitation et de maintenance de l'unité de traitement.

Concernant le canal de l'Ourcq et le canal Saint-Denis, gérés par la ville de Paris, les exigences qualitatives des eaux de rejets sont précisées dans l'annexe 3 du « guide à l'usage des collectivités sur les prélèvements et les rejets d'eau dans les canaux » (Mairie de Paris – service des canaux octobre 2011).

Celles-ci s'appuient sur les normes de qualité imposées par le SDAGE Bassin de la Seine-et des cours d'eau côtiers normands qui constitue la référence minimale pour la qualité des eaux de rejets.

Les principaux paramètres à vérifier ainsi que les valeurs seuil à respecter sont indiqués dans le tableau en page suivante. Ces paramètres ainsi que les valeurs seuils sont susceptibles d'évoluer en fonction de la réglementation.

Au titre du bon état écologique et chimique		
Paramètres physico-chimiques	pH	entre 6 et 9
	Oxygène dissous (mg O_2/l)	> 6
	Carbone organique total (mg C/l)	< 7
	Matières en suspension (MES) (mg/l)	< 50
	Ortho phosphates (PO4) (mg/l)	< 0,5
	Ammonium (NH_4^+) (mg/l)	< 0,5
	DBO5 (mg O2/l)	< 6
	DCO (mg O2/l)	< 30
Au titre de la production d'eau potable		
Paramètres concernant les substances indésirables	Hydrocarbures dissous ou émulsionnés (mg/l)	< 1
	Nitrates (NO_3^-) (mg/l)	< 50
	Zinc (Zn) (mg/l)	< 5
Paramètres concernant les substances toxiques	Arsenic (As) (µg/l)	< 10
	Cadmium (Cd) (µg/l)	< 0.60
	Chrome total (Cr) (µg/l)	< 5
	Cyanures (CN^-) (µg/l)	< 0.20
	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)* (µg/l)	< 1
	Mercure (Hg) (µg/l)	< 0.07
	Plomb (Pb) (µg/l)	< 50
Au titre des activités nautiques		
Micro organismes	Entérocoques intestinaux (UFC/100ml)	< 200
	Escherichia Coli (UFC/100ml)	< 500

Valeurs seuils à respecter pour un rejet dans les canaux de la ville de Paris (Ville de Paris – service des canaux, octobre 2011)

Rejets dans un réseau

Dans les conventions de rejet, les gestionnaires des réseaux pluviaux ou unitaires (communes, intercommunalités, Conseil départemental 93, SIAAP) pourront imposer des critères qualitatifs aux rejets.

Conseil départemental 93 - DEA

Les valeurs de qualité de rejet dans un réseau, comme celles édictées dans le Règlement du service d'assainissement de la Seine-Saint-Denis, sont généralement issues de l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau, mais dépendent du type de réseau auquel le rejet est fait :

- Réseau eaux pluviales ;
- Réseau eaux usées ou unitaires.

Pour l'azote, le phosphore, le fer et l'aluminium les valeurs limites sont données dans le tableau ci-après.

Paramètres		**Valeurs maximales autorisées pour un échantilllon moyen sur 24 h**	
		Eaux pluviales	**Eaux usées industrielles**
Matières en suspension	MES	100 mg/l	600 mg/l
Demande Chimique en Oxygène	DCO	300 mg/l	2 000 mg/l
Demande Biochimique en Oxygène	DBO 5	100 mg/l	800 mg/l
Azote global	NGL	30 mg/l	150 mg/l
Phosphore total	Pt	10 mg/l	50 mg/l
Fer + Aluminium	Fe + Al	5 mg/l	5 mg/l

Valeurs limites de l'effluent rejeté au réseau
(Source : Service d'assainissement de la Seine-Saint-Denis, février 2014)

Pour les autres polluants organiques et inorganiques les valeurs limites sont celles fixées dans les articles 32 et 34 de l'arrêté du 2 février 1998 et tout texte venant le compléter ou le modifier.

Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP)

Les rejets d'eaux d'exhaure et d'eaux claires, qu'ils soient temporaires ou permanents, sont considérés comme des rejets d'eaux non domestiques. Les conditions générales d'admissibilité des eaux usées non domestiques et non domestiques assimilées domestiques, sont définies dans le règlement du service d'assainissement du SIAAP du 15 octobre 2014.

Les effluents collectés doivent respecter les prescriptions suivantes :

- pH compris entre 5,5 et 8,5 ;
- température inférieure à 30°C au droit du rejet.

Et les valeurs limites à la sortie de l'installation données dans le tableau ci-après :

Paramètres	Teneur maximale
MEST (matières en suspension totales)	600 mg/l
DBO5 (demande biochimique en oxygène)	800 mg/l
DCO (demande chimique en oxygène)	2000 mg/l
Azote global	150 mg/l
Phosphore total	50 mg/l
Chlorures	500 mg/l
Sulfates	400 mg/l
Cadmium et composés	0,2 mg/l
Mercure	0,05 mg/l
Argent et composés	0,5 mg/l
Chlore libre	0,5 mg/l
Rapport DCO/DBO5	2,5
SEH (Substances Extractibles à l'Hexane)	150 mg/l
Détergents anioniques	10 mg/l
PCB (Polychlorobiphényles) n°28, 52, 101, 118, 153 et 180	0,05 mg/l
COHV (Composés Organo-Halogénés Volatils)	5 mg/l
Somme des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	0,05 mg/l
Indice phénols	0,3 mg/l
Cyanures	0,1 mg/l
Chrome hexavalent et composés (en Cr)	0,1 mg/l
Plomb et composés (en Pb)	0,5 mg/l
Cuivre et composés (en Cu)	0,5 mg/l
Chrome et composés (en Cr)	0,5 mg/l
Nickel et composés (en Ni)	0,5 mg/l
Zinc et composés (en Zn)	2 mg/l
Manganèse et composés (en Mn)	1 mg/l
Étain et composés (en Sn)	2 mg/l
Fer, aluminium et composés (en Fe +Al)	5 mg/l
Métaux totaux	15 mg/l
Composés organiques halogénés (en AOX ou EOX)	1 mg/l
Hydrocarbures totaux	10 mg/l
Fluor et composés (en F)	15 mg/l

Valeurs limites des eaux usées non domestiques et non domestiques assimilées domestiques
(Source : SIAAP, octobre 2014)

Dispositifs de traitement

Des analyses physico-chimiques sont en cours afin d'évaluer précisément la qualité des eaux souterraines au droit des ouvrages. Le résultat de ces analyses sera transmis au service de la Police de l'Eau dès que possible. Ces résultats d'analyse sont nécessaires pour dimensionner les dispositifs de traitement.

Les dispositifs de traitement envisageables sont :

- Les **séparateurs à hydrocarbures** destinés à séparer physiquement les phases flottantes de la phase eau. Ce type de dispositif peut être envisagé pour traiter une nappe superficielle présentant des hydrocarbures « flottant » qui devrait être pompée lors des premières phases de terrassement à l'intérieur des parois moulées. Ce dispositif ne serait envisagé que dans le cas précis de la présence avérée au droit d'une gare d'une pollution de surface en hydrocarbures assez importante, ce qui sera probablement rarement le cas ;

- La **décantation** qui permet d'abattre la teneur en matières en suspension (MES). Ce type de dispositif ne sera envisagé que pour les situations où le débit d'exhaure est très faible et ne peut être récolté que « directement » en fond de fouille avec des tranchées drainantes par exemple. Pour les cas de figure où le débit d'exhaure est conséquent et nécessite un dispositif de pompage constitué de puits ou de pointes filtrantes, les systèmes de pompage qui seront mis en place intéresseront des zones productives sous le fond de fouille et seront dimensionnés de sorte à ne pomper que de l'eau claire ;

- Le **traitement par absorption**. Ce type de dispositif est très souvent employé sur des chantiers avec pompage d'exhaure. Il permet de diminuer significativement la teneur en différents polluants qui sont adsorbés sur des charbons actifs. Le dimensionnement du système (et donc sa taille) dépend du débit du pompage. La consommation de charbon dépend de la charge polluante à l'entrée. Pour les composés dissous, l'eau transite directement dans le charbon. Pour les composés volatils, il est possible de mettre en amont de la ligne de traitement un stripper qui permet de volatiliser les composés volatils présents dans l'eau et c'est l'air récupéré chargé en composé volatils qui est traité sur charbon ou par traitement catalytique (choix fonction des concentrations en polluants dans les gaz à traiter et des flux à traiter). Ce type de système est particulièrement adapté au COHV ;

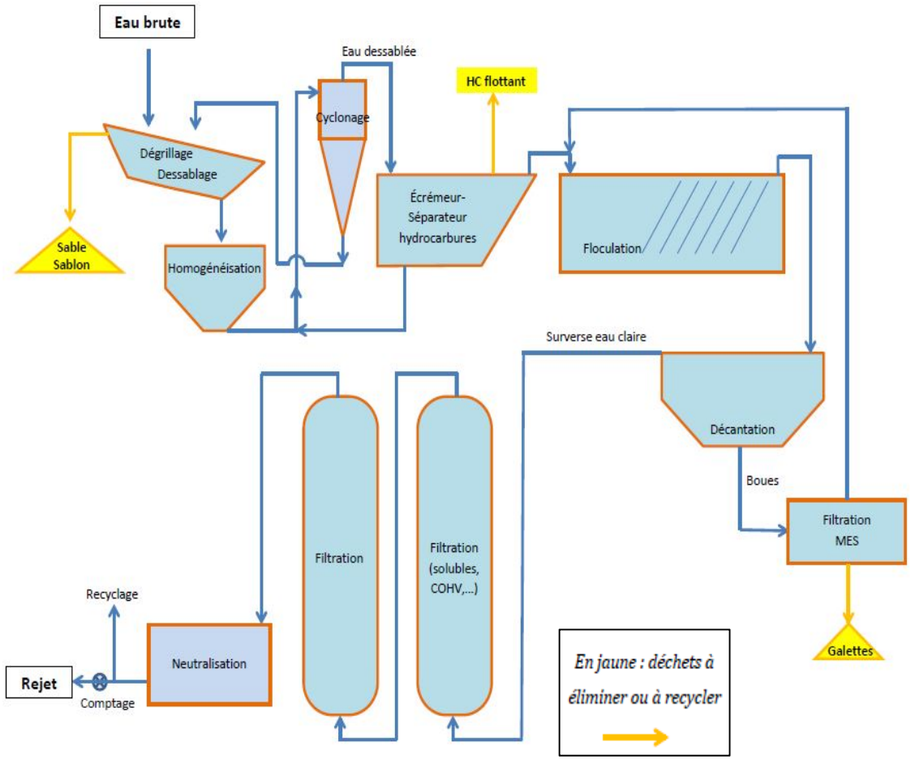
- Le **traitement chimique** (oxydation ou réduction). Après pompage les eaux sont traitées en réacteur afin de détruire les polluants (transformation en eau, gaz carbonique et sels). Le dimensionnement du système dépend du débit du pompage et des concentrations en polluants. Les réactifs utilisés sont fonction de la nature des polluants à traiter. La présence de réactifs de traitement implique que des mesures de précaution et de sécurité soient mises en place pour le stockage et la manipulation de ces produits. adapté pour les HC et COHV ;

- D'autres systèmes sont également possibles comme les résines échangeuses d'ions particulièrement adaptées aux métaux ;

- La neutralisation du pH (par ajout d'acides, de CO2 ou de bases) lorsque le pH des eaux d'exhaure n'entre pas dans la fourchette (6/9) définie par les documents cadres ;

- La combinaison de différentes techniques peut aussi être envisagée.

De nombreux dispositifs complémentaires peuvent être mis en œuvre sur un chantier de construction pour permettre d'assurer un traitement efficace des eaux d'exhaure avant rejet. Ce type de traitement résulte d'un dimensionnement préalable réalisé sur la base des débits prévisionnels d'exhaure et de la charge polluante attendue.



Représentation schématique de dispositif de traitement des eaux avant rejet (Source : Egis, 2016)

Exemple d'unité de traitement des eaux d'exhaure sur le chantier du prolongement de la ligne 14 (Source : Egis, 2016)

En parallèle, un suivi régulier et fréquent de la qualité de l'eau brute à l'entrée et à la sortie du système est mis en place, de sorte à vérifier que le système est efficace et également à anticiper l'acheminement de consommables comme des charbons actifs par exemple. Le suivi est particulièrement fréquent en début d'opération afin de déterminer la tendance dans le temps de l'évolution de la concentration en polluant de l'eau brute qui n'est pas toujours prévisible précisément. La fréquence de ce suivi sera définie après un diagnostic spécifique de la qualité des eaux d'exhaure.

Les éléments relatifs au suivi de la qualité des rejets (programme d'analyse, protocole) sont présentés au chapitre III.1.2.4.2 du volet F.

4.4.5.3. Impacts liés aux pollutions chroniques des eaux pluviales et des eaux résiduelles en phase exploitation et mesures associées

Impacts

En phase exploitation, les contributions du projet aux eaux de ruissellement sont :

- Les toitures de gare : les eaux issues des toitures ne sont pas considérées comme polluées et ne nécessitent pas de traitement lorsqu'elles sont séparées ;
- Les espaces construits imperméabilisés associés au Grand Paris Express (parvis, espaces sommitaux d'ouvrages annexes) : ils sont exclusivement dans des zones de circulation piétonne. La pollution des eaux pluviales est donc très majoritairement composée de Matières en Suspension (MES) ou d'éléments associés au MES.

Mesures

Concernant les eaux pluviales entrant dans les ouvrages, celles-ci sont collectées avec les eaux résiduelles du tunnel et des ouvrages annexes et dirigées vers les réseaux d'assainissement unitaire ou eaux usées. Compte tenu des très faibles débits qui seront rejetés, aucun impact n'est attendu concernant les rejets d'eaux souterraines résiduelles en phase exploitation tant sur le fonctionnement des réseaux que sur les milieux récepteurs.

Concernant les gares, les ouvrages de rétention sont équipés de regards à cloison siphoïde munis de fosse de décantation. Ce type d'ouvrage, positionné en amont de l'ouvrage de rétention, est très performant dans la rétention des flottants et dans la décantation des particules lessivées.

4.4.5.4. Impacts liés aux pollutions accidentelles des eaux pluviales en phase travaux et mesures associées

Impacts

Dans le contexte du projet en phase travaux, le risque de pollution accidentelle réside dans la probabilité de déversement accidentel d'une cuve d'hydrocarbures ou déversement au cours d'opérations de maintenance d'engins.

Les conséquences d'un déversement sont plus ou moins graves selon la nature et la quantité des produits déversés et la vulnérabilité de la ressource en eau susceptible d'être contaminée.

Trois modes de contaminations des milieux récepteurs sont possibles :

- Le ruissellement direct sur le sol vers le milieu récepteur ou le cours d'eau ;
- L'infiltration dans la nappe d'accompagnement d'un cours d'eau et le transfert vers le réseau hydrographique superficiel ;
- L'infiltration vers la nappe profonde lorsque des communications existent entre la nappe phréatique et celle-ci.

En particulier, les captages AEP proches du projet, en particulier ceux disposant de périmètres de protections définis par un arrêté DUP, présentent les risques suivants :

- Dégradation de la qualité des eaux en raison d'un déversement de polluants accidentel ;
- Apport d'eau chargée en MES, par ruissellement depuis les bases chantiers.

Le seul captage AEP ayant fait l'objet d'une DUP concerné par le projet est la prise d'eau de Neuilly sur Marne (prélèvement dans la Marne), située sur la commune de Noisy-le-Grand, à environ 2 km de la limite du fuseau et 4,5 km de la gare de Chelles. Le fuseau d'étude intercepte le périmètre de protection rapproché de ce captage à environ 1 km au sud de la gare de Chelles.

Cependant, aucun ouvrage (gare, puits, ..) n'est implanté au sein des périmètres de protection identifiés. Seul le tunnel traverse le périmètre de protection, mais en souterrain.

Les aires de chantiers les plus proches du périmètre de protection rapprochée Y de la prise d'eau de Neuilly sur Marne sont celles de la gare de Chelles et des puits d'aération au sud de la gare (puits 0701P et 0702P). Elles sont situées respectivement à 500 m, 130 m et 230 m. Étant toutes les 3 situées en dehors des périmètres réglementés, leur impact est considéré comme faible.

Sur la commune du Blanc-Mesnil, un captage AEP se situe à 195 m au sud-est de la gare du Blanc-Mesnil. Sur ce captage, en position latéral hydraulique par rapport au projet, la procédure d'instauration des périmètres de protection est en cours d'instruction. En l'état actuel de la procédure l'impact est difficile à estimer.

Mesures

Afin de limiter tout risque de pollution des milieux récepteurs, le nettoyage, l'entretien, la réparation et le ravitaillement des engins de chantier se feront exclusivement sur des zones réservées à cet effet et disposant de systèmes de récupération des eaux souillées pour être évacuées et traitées.

En cas de pollution accidentelle au moment des travaux sur le chantier lui-même, les mesures devront être immédiatement prises pour la confiner :

- Prélèvement et isolement des terres souillées ;
- Récupération des eaux de ruissellement dirigées vers des bacs de rétention spécifiques, ou dans l'ouvrage de traitement de la pollution chronique si celui-ci est atteint, sollicitation d'un bureau d'étude spécialisé dans la dépollution des eaux et des sols.

Les bassins de rétention, et/ou ouvrages de traitement prévus sur les installations de chantier, seront munis d'une vanne en sortie afin de pouvoir confiner leur contenu en cas de déversement accidentel d'une pollution.

4.4.6. Analyse détaillée de la gestion qualitative des eaux d'exhaure et des eaux pluviales

Au stade d'avancement des études du projet, la qualité des rejets dans les eaux de surface ou dans le réseau communal est partiellement connue.

Des piézomètres sont implantés à proximité d'un certain nombre de futurs ouvrages du projet. La qualité des rejets dans les eaux de surface peut être appréciée au regard des niveaux de référence R 1 et R 2 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement, présentés dans le tableau ci-dessous.

Paramètres	Niveau R1	Niveau R2
MES (kg/j)	9	90
DCO (kg/j)	12	120
DBO_5 (kg/j)	6	60
Matières inhibitrices (équitox/j)	25	100
Azote total (kg/j)	1,2	12
Phosphore total (kg/j)	0,3	3
A.O.X (Composés organo halogénés absorbables sur charbon actif) (g/j)	7,5	25
Métaux et métalloïdes (Metox) (g/j)	30	125
Hydrocarbures (kg/j)	0,1	0,5

Les ouvrages pour lesquels des données qualitatives sont disponibles ou en cours d'acquisition sont listés dans le tableau ci-après.

Lorsque la totalité du programme d'analyses d'eau sera achevé, les résultats seront fournis aux gestionnaires des réseaux pluviaux.

Codification	Nom de l'ouvrage / adresse	Données qualités disponibles ou en cours d'acquisition/ nappe prélevée	Paramètre déclassant	Niveau de référence atteint
ARG NCH	Arrière gare de Noisy-Champ	NON		
0704P	Bd de Nesles	NON		
0703P	Rd-pt Bd du Bel Air	NON		
0702P	Av des Champs	NON		
0701P	Rue V. Hugo	NON		
07CHL	**Chelles**	OUI / Alluvions modernes/anciennes	MES, DCO, Phospore, Hydrocarbures	R2
0605P	Rue G. Nast	OUI / Alluvions modernes/anciennes	Analyses en cours	/
0604P	Allée de la Noue Brossard	NON		
0603P	Chemin de la Peau Grasse	OUI / Marno-calcaire de Saint-Ouen	Phosphore	R1
0602P	Av des Perdrix	NON		
0502P	Allée des Bosquets	NON		
0501P	Chemin de la Mare au Chanvre	OUI / Marno-calcaire de Saint-Ouen ; Sables de Beauchamp	Analyses en cours	/
05SEL	**Sevran - Livry**	NON		
0401P	Rue H. Becquerel	NON		
04SEB	**Sevran - Beaudottes**	OUI / Marnes à Pholadomies ; Marnes et Caillasses ; Marno-calcaire de Saint-Ouen	Analyses en cours	/
0303P	Rue du Dr Fleming	NON		
0302P	Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy	NON		
0301P	Carrefour Bd M. Chagall / Rue E. Delacroix	NON		
03ALN	**Aulnay**	OUI / Sables de Beauchamp	Analyses en cours	/
0220P	Ancien site PSA	NON		
0210P	Rd-pt RD40	NON		
0202P	Terre-plein RN2	OUI / Marno-calcaire de Saint-Ouen	MES, Azote total	R2
0201P	Échangeur A3	OUI / Sables de Beauchamp	MES, A.O.X	R1
02LBM	**Le Blanc-Mesnil**	OUI / Sables de Beauchamp	Analyses en cours	/
0104P	Rue V. Hugo	NON		
0103P	Av C. Floquet	NON		
0102P	Rue E. Vaillant	NON		
0101P	Rue du Cdt Rolland	OUI / Sables de Beauchamp	Phosphore, Hydrocarbures	R1
01LBG	**Le Bourget RER**	OUI / Marnes et Caillasses ; Marno-calcaire de Saint-Ouen	Azote total	R2
0100P	Rue de Verdun	NON		
3403P	Rue de Verdun	NON		
3402P	Rue D. September	NON		
3401P	Av de la République	NON		

Codification	Nom de l'ouvrage / adresse	Données qualités disponibles ou en cours d'acquisition/ nappe prélevée	Paramètre déclassant	Niveau de référence atteint
34LCO	**La Courneuve « Six Routes »**	NON		
3304P	Rue F. de Pressensé	NON		
3303P	Chemin du Haut Saint-Denis	OUI / Marno-calcaire de Saint-Ouen ; Sables de Beauchamp	MES	R2
6301P	Rue des Cheminots	NON		
3302P	Stade N. Mandela	OUI / Marno-calcaire de Saint-Ouen ; Sables de Beauchamp	Analyses en cours	/
3301P	Place aux Etoiles	OUI / Marno-calcaire de Saint-Ouen	Analyses en cours	/
33SDP	**Saint-Denis Pleyel**	OUI / Marnes et Caillasses	Analyses en cours	/
6302P	Bd A. France	NON		
3300P	Bd Finot	NON		

Liste des ouvrages pour lesquels des données qualitatives sont disponibles ou en cours d'acquisition

4.5. Synthèse des impacts sur les eaux superficielles et mesures associées

4.5.1. Critères d'évaluation des impacts

4.5.1.1. Risque inondation

L'incidence des ouvrages sur les écoulements de la Marne en cas de crue est défini selon trois critères : les impacts sur les **niveaux d'eau**, sur les **vitesses d'écoulement** et sur **les volumes soustraits à la crue**. La définition des classes d'impact est présentée ci-après.

- **Classes d'impacts sur les niveaux d'eau**
  - Absence d'impact : différence de niveau d'eau entre l'état aménagé et l'état initial inférieure à 1 cm. Cette classe correspond à la plage d'incertitude du modèle hydraulique ; l'impact est donc négligeable ;
  - Impact faible : 1 à 5 cm de différence entre les niveaux d'eau de l'état aménagé et de l'état initial. Cette classe correspond aux ordres de grandeur d'un remous très localisé créé par un petit obstacle dans une zone d'écoulement marqué (véhicule par exemple) ;
  - Impact modéré : 5 à 15 cm de différence entre les niveaux d'eau de l'état aménagé et de l'état initial. Cette classe correspond à l'amplitude des vagues générées lors des crues ;
  - Impact fort : différence de niveau d'eau entre l'état aménagé et l'état initial supérieure à 15 cm. L'impact de l'ouvrage sur les lignes d'eau est supérieur à l'amplitude des vagues observées lors d'une crue.

- **Classes d'impacts sur les vitesses d'écoulement en lit majeur**
  - Absence d'impact : différence de vitesse d'écoulement entre l'état aménagé et l'état initial inférieure à 0,1 m/s. Cette classe correspond à la plage d'incertitude du modèle hydraulique ;
  - Impact faible : 0,1 à 0,25 m/s de différence entre les vitesses de l'état aménagé et de l'état initial. Cette classe correspond aux ordres de grandeur des variations créées par un petit obstacle (véhicules) ;
  - Impact modéré : 0,25 à 0,5 m/s de différence entre les vitesses de l'état aménagé et de l'état initial. Cette classe correspond à un risque de changement d'une classe d'aléa ;
  - Impact fort : différence de niveau d'eau entre l'état aménagé et l'état initial supérieure à 0,5 m/s. Cette classe correspond à un risque de changement d'une à deux classes d'aléa.

- **Classes d'impacts sur les volumes soustraits**
  - Impact non significatif : volume soustrait à la crue inférieure à 200 m^3. Cette classe correspond en général à des aménagements limités en surface, tels que de l'habitat individuel ou des édicules ;
  - Impact faible : volume soustrait à la crue entre 200 m^3 et 1 000 m^3. Cette classe correspond à des aménagements ayant en général une surface inférieure à 5 000 m^2, tels que de l'habitat collectif ou des émergences de gare ;
  - Impact modéré : volume soustrait à la crue entre 1 000 m^3 et 5000 m^3. Cette classe correspond à des aménagements ayant en général une surface de l'ordre de l'hectare, tels que des lotissements ;
  - Impact fort : volume soustrait à la crue au-delà de 5 000 m^3. Cette classe correspond en général à des aménagements en surface au-delà de 5 hectares. Il s'agit alors de projets d'aménagement d'envergure, tels que des Zones d'Aménagement Concerté (ZAC).

4.5.1.2. Rejets pluviaux et d'exhaure dans les eaux superficielles

L'impact des rejets des ouvrages du projet sur les eaux superficielles (cours d'eau et canaux) est défini par rapport à la présence de captages AEP avec prise d'eau en cours d'eau. L'intensité de l'impact est fonction de la distance de la prise d'eau par rapport au projet, lorsque celle-ci se situe en aval du projet. Les rejets seront conformes aux prescriptions des concessionnaires et / ou différents gestionnaires concernés.

4.5.2. Grille de hiérarchisation des impacts

La hiérarchisation des impacts est basée sur deux critères principaux. D'une part sur les résultats de la modélisation hydraulique décrite ci-avant. C'est la différence de niveau d'eau entre la situation sans projet et la situation avec projet ainsi que la différence de vitesse d'écoulement qui sont considérées. D'autre part, c'est la vulnérabilité des eaux superficielles qui a été prise en compte afin de mener au tableau suivant

Hiérarchisation des impacts	**Absence d'impact**	**Impact faible**	**Impact modéré**	**Impact fort**
Incidence sur les zones inondables				
Différence de niveau d'eau **ΔN**	ΔN < 1cm	1cm ≤ ΔN < 5cm	5cm ≤ΔN < 15cm	15 cm ≤ ΔN
Différence de vitesse d'écoulement **ΔV**	ΔV < 0,1 m/s	0,1m/s ≤ΔV < 0,25m/s	0,25m/s ≤ΔV < 0,5m/s	0,5m/s ≤ ΔV
Volume soustrait **V**	V < 200m^3	200m^3 ≤ V < 1 000m^3	1 000m^3 ≤ V < 5 000m^3	5 000m^3 ≤ V
Incidence sur les écoulements superficiels				
Vulnérabilité des eaux superficielles	Absence de cours d'eau Cours d'eau : usages hors AEP	Cours d'eau sans usage AEP	Cours d'eau avec usage AEP : prise d'eau aval à plus de 10 km	Cours d'eau exploité pour l'AEP : prise d'eau aval à moins de 10 km

4.5.3. Synthèse

4.5.3.1. Risque inondation

Phase chantier et exploitation

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Sur la commune de Gournay sur Marne, l'aire d'étude est concernée par des zones d'aléas fort et très fort du PPRI 93 « La Marne. Sur la commune de Chelles, la carte du TRI pour une crue moyenne (crue 1910 PHEC) montre des niveaux de submersion compris entre 1 et 2 mètres.	OA 0702P ΔN < 1cm - ΔV < 0,1 m/s –V < 200 m^3 **Absence d'impact** OA 0701P ΔN < 1 cm et ΔV < 0,1 m/s – V néant **Absence d'impact** Gare de Chelles ΔN < 1 cm - ΔV < 0,1 m/s – 1 000m^3 ≤ V < 5 000m^3 **Impact modéré** OA 0605P ΔN < 1 cm et ΔV < 0,1 m/s – V néant **Absence d'impact** OA 0604P ΔN < 1 cm et ΔV < 0,1 m/s - 200m^3 ≤ V < 1 000m^3 **Impact faible**	**PHASE CHANTIER** Évacuation des stocks tampon de déblais en cas de crue. Mise en place d'un Plan de Secours en cas de crue de la Marne. **PHASE EXPLOITATION** Respect des préconisations réglementaires du PPRI de la Marne, y compris pour les ouvrages hors champs d'application. Implantation des premiers planchers, trémies et grilles au-dessus du niveau des PHEC. Mise en œuvre de dispositifs étanches d'obturation en cas d'implantation des ouvrages sous les côtes d'inondation.	Volumes d'expansion pris à la crue en lit majeur	Restitution des volumes pris à la crue dans les zones d'expansion Restitution des surfaces prises à la crue dans les zones d'expansion Les mesures de compensation sont locales et compensent largement les volumes soustraits.
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Absence de cours d'eau et de Zone Inondable	**Absence d'impact**	-	-	-
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Absence de cours d'eau et de Zone Inondable	**Absence d'impact**	-	-	-
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Absence de cours d'eau et de Zone Inondable	**Absence d'impact**	-	-	-
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Absence de cours d'eau et de Zone Inondable	**Absence d'impact**	-	-	-

Incidence du projet sur les zones inondables en phase chantier et exploitation

4.5.3.2. Rejets pluviaux et d'exhaure dans les eaux superficielles

Phase chantier

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Présence de la Marne et du Canal de Chelles. Périmètre de protection rapproché de la prise d'eau de Neuilly-sur-Marne sur la commune de Noisy le Grand.	Rejet des eaux pluviales et d'exhaure de l'ouvrage 0701P dans le canal de Chelles.	Les parois moulées permettront de réduire significativement le débit d'exhaure en phase travaux. Traitement des eaux pluviales et des eaux d'exhaure en phase travaux par des dispositifs adaptés permettant un rejet au cours d'eau compatible aux objectifs du SDAGE et de la DCE. Les EP en phase exploitation sont dirigés vers le réseau EP existant Les eaux résiduelles en phase exploitation sont dirigées vers le réseau unitaire existant.	Néant	Néant
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Absence de cours d'eau	Absence d'impact	-	-	-
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Présence du canal de l'Ourcq et du Sausset	Rejet des eaux pluviales et d'exhaure de la gare de Sevran-Livry dans le canal de l'Ourcq	Les parois moulées permettront de réduire significativement le débit d'exhaure. Traitement des eaux pluviales et des eaux d'exhaure par des dispositifs adaptés permettant un rejet au cours d'eau compatible aux objectifs du SDAGE et de la DCE.	Néant	Néant
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Présence de la Morée	Rejet des eaux pluviales et d'exhaure de l'ouvrage 0201P dans la Morée à ciel ouvert	Les parois moulées permettront de réduire significativement le débit d'exhaure. Traitement des eaux pluviales et des eaux d'exhaure par des dispositifs adaptés permettant un rejet au cours d'eau compatible aux objectifs du SDAGE et de la DCE.	Néant	Néant
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Présence du Canal Saint-Denis	Rejet des eaux pluviales et d'exhaure de l'ouvrage 3303P dans le canal Saint-Denis	Les parois moulées permettront de réduire significativement le débit d'exhaure. Traitement des eaux pluviales et des eaux d'exhaure par des dispositifs adaptés permettant un rejet au cours d'eau compatible aux objectifs du SDAGE et de la DCE.	Néant	Néant

Incidence des rejets du projet sur les eaux superficielles en phase chantier

Phase exploitation

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Présence de la Marne et du Canal de Chelles. Périmètre de protection rapproché de la prise d'eau de Neuilly-sur-Marne sur la commune de Noisy-le-Grand.	Rejet des eaux pluviales et résiduelles de l'ouvrage 0701P dans le canal de Chelles.	Les EP sont dirigés vers le réseau EP existant. Les eaux résiduelles sont dirigées vers le réseau eaux usées existant.	Néant	Néant
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Absence de cours d'eau	Absence d'impact	-	-	-
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Présence du canal de l'Ourcq et du Sausset	Rejet des eaux pluviales et résiduelles de la gare de Sevran-Livry dans le canal de l'Ourcq.	Les EP sont dirigés vers le réseau EP existant. Les eaux résiduelles sont dirigées vers le réseau eaux usées existant.	Néant	Néant
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Présence de la Morée	Rejet des eaux pluviales et résiduelles de l'ouvrage 0201P dans la Morée à ciel ouvert.	Les EP sont dirigés vers le réseau EP ou unitaire existant Les eaux résiduelles sont dirigées vers le réseau eaux usées ou unitaire existant.	Néant	Néant
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Présence du Canal Saint-Denis	Rejet des eaux pluviales et résiduelles de l'ouvrage 3303P dans le canal Saint-Denis.	Les EP sont dirigés vers le réseau unitaire existant Les eaux résiduelles sont dirigées vers le réseau unitaire existant.	Néant	Néant

Incidence des rejets du projet sur les eaux superficielles en phase exploitation

5. Géologie et risques associés

5.1. Préambule

Les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord Sud étant réalisées en milieu souterrain sur la quasi-intégralité de leur linéaire, elles sont soumises à des contraintes spécifiques principalement liées à la nature des formations géologiques traversées.

Les études préliminaires et les sondages entrepris dans le cadre de cette étude ont mis en évidence les principales contraintes géologiques, qui sont les suivantes :

- **la présence d'horizons contenant du gypse**, au sein lesquels des phénomènes de dissolution peuvent avoir lieu ;
- **la présence de cavités ou de zones décomprimées** engendrées par la dissolution du gypse, notamment dans les Marnes et Caillasses et les Masses et Marnes de Gypse ;
- **la présence d'anciennes carrières** souterraines et à ciel ouvert. Cette contrainte représente l'une des priorités auxquelles les études de conception se sont attachées à répondre ;
- **la présence d'argiles en surface** pouvant être sujettes à des phénomènes de retrait-gonflement. Cette contrainte se révèle toutefois assez mineure et très localisée à l'échelle du projet.

Ce chapitre aborde successivement pour chaque thématique présentée ci-dessus :

- la méthodologie mise en place afin de caractériser et maitriser les risques géologiques dès la conception du projet ;
- la stratégie générale de conception adoptée ;
- l'évaluation des impacts et mesures associés à chacune des contraintes précitées. La démarche qui a été suivie pour chacune d'elle consiste à :
  - rappeler le contexte spécifique de la problématique ;
  - caractériser les impacts au droit du projet en phase travaux et présenter les mesures associées ;
  - présenter les impacts et mesures associées en phase exploitation.

5.2. Stratégie générale de maîtrise des risques géologiques

Ce chapitre rappelle succinctement les études mises en œuvre pour caractériser finement la géologie au droit du projet et présente le contexte géologique dans lequel s'insère le projet.

5.2.1. Investigations géotechniques réalisées lors de la phase de conception et à venir au démarrage de la phase travaux

Les investigations géotechniques entreprises dès la phase d'études préliminaires permettent :

- **d'établir le modèle géologique du projet** : les investigations réalisées sur le linéaire du tracé fournissent une information sur la géologie de façon ponctuelle au droit de chaque sondage ; le travail de l'ingénieur géologue/géotechnicien a consisté à établir un profil en long par corrélation entre ces points de sondages tout au long du tracé ;
- **d'établir un modèle hydrogéologique** : les investigations doivent permettre de caractériser le ou les aquifères en présence, tant d'un point de vue piézométrique (niveau de la ou des nappes) que d'un point de vue perméabilité (paramètre permettant d'estimer les venues d'eau) ;
- **de caractériser les couches rencontrées** tant d'un point de vue mécanique (paramètres permettant de dimensionner les ouvrages de génie civil) qu'environnemental (paramètres permettant de déterminer la destination d'évacuation des déblais).

Chaque nouvelle phase d'études est l'objet de reconnaissances complémentaires qui viennent compléter et préciser les données, et donc permettre de fiabiliser les hypothèses prises à la phase précédente.

Les différentes phases d'investigations entreprises sont les suivantes : les missions dites G11 et G12 pour les Etudes Préliminaires et l'Avant-Projet, les missions G2anticipée et G2 pour la phase Projet (pour plus de détail voir le chapitre E IV-4).

Le but final est de localiser et caractériser des zones dites « homogènes » afin d'adapter les méthodes constructives à chacune d'entre elles. Des zones singulières peuvent également être identifiées, qui feront l'objet de reconnaissances spécifiques au regard de la singularité rencontrée, permettant ainsi de mettre en place les méthodes constructives et les confortements adaptés.

Pour la phase de conception, le Maitre d'œuvre mène les missions G12 phase avant-projet et G2 phase projet au sens de la norme NF P 94-500, qui permettront d'établir les documents précités. La Société du Grand Paris s'est également adjoint les conseils d'un assistant à Maitrise d'Ouvrage en géotechnique pour la réalisation de ces deux phases d'études. Le but de cette organisation est d'avoir un double regard partagé sur les modèles géologiques, hydrogéologiques et géotechniques. Ce double regard est l'un des axes de la maitrise des risques mise en place par la Société du Grand Paris.

5.2.2. Les dispositions mises en place en phase travaux

La norme NF P 94-500 régit également la phase de réalisation, et impose la réalisation de deux missions G3 et G4 :

- la mission G3 est une mission d'études et de suivi géotechnique des travaux portée par l'entreprise qui réalise les travaux ;
- la mission G4 est une mission de supervision géotechnique d'exécution portée par le maître d'ouvrage, et déléguée à son maître d'œuvre.

Ces deux missions se décomposent en deux phases :

- la première est une phase d'études lors de laquelle l'entrepreneur actualise la note d'hypothèses géotechniques suite aux éventuelles reconnaissances complémentaires, dimensionne les ouvrages géotechniques, et fournit les notices d'exécution détaillées des ouvrages. Le maître d'œuvre en assure la supervision en fournissant un avis sur ces études d'exécution ;
- la deuxième est une phase de suivi qui permet à l'entrepreneur de vérifier que les hypothèses établies pendant les études correspondent bien à ce qui est effectivement rencontré sur site. Le maître d'œuvre organise des validations ponctuelles sur le chantier dans le même but.

La confrontation de ces deux missions G3 et G4 est un gage de sécurité, et entre dans le cadre de la maîtrise des risques.

La Société du Grand Paris, toujours dans la recherche de la maîtrise des risques, a prévu de poursuivre sa collaboration avec son assistant à maitrise d'ouvrage en géotechnique, qui aura, pour la phase travaux, un rôle de second regard sur les grandes thématiques et points sensibles en analysant les documents produits par les entreprises qui sont en outre également visés par le Maitre d'œuvre. Ce second regard est réalisé par des experts reconnus de la profession.

L'ensemble des regards croisés sur chacune des phases de conception et de réalisation de l'infrastructure constitue l'un des axes forts de la maîtrise des risques mise en place par la SGP.

La Société du Grand Paris s'est également adjoint les conseils d'un « Comité des Travaux Souterrains ». Ce comité est constitué d'experts en travaux souterrains (tant en conception que réalisation), mais également d'experts géologues et géotechniciens, totalement indépendants du projet, et ayant eu une grande expérience dans le domaine tout au long de leur carrière.

Ce comité a pour rôle de donner un avis sur les études de conception du maitre d'œuvre, tant d'un point de vue qualité des études que contenu (méthodes constructives retenues). Leur avis sera sollicité à la demande du Maitre d'ouvrage ou du Maitre d'œuvre en cas de besoin. Le Maitre d'œuvre présentera l'ensemble des données à disposition, l'interprétation qui en est faite, et les conclusions aboutissant aux méthodes constructives retenues.

5.2.3. Justification de la position du tunnel

Le tracé du tunnel en plan et son profil en long a été dicté par les contraintes superficielles et souterraines d'origine naturelle ou anthropique. Les principales contraintes sont les suivantes :

- la géologie : la présence de zones gypseuses, de faciès argileux ;
- la présence de structures enterrées : fondations profondes, réseaux (assainissement eau potable, gaz, hydrocarbures), sous-sols ;
- la localisation des gares, ouvrages annexes en surface dont le droit d'accès et l'implantation ont été discutés et validés avec les communes ;

Le tracé du tunnel a été calé de manière à éviter le plus possible les interactions avec l'existant.

5.2.4. Rappel du contexte géologique au droit du projet

Pour rappel, d'un point de vue géologique, le tracé de ces lignes a été découpé en 4 grands domaines, qui sont de l'est vers l'ouest :

- **Le Plateau Briard,** localisé sur la commune de Champs-sur-Marne. Il est caractérisé par la succession lithologique allant du Calcaire de Brie (TB) au Calcaire de Champigny (CC). Il s'étend de la gare de Noisy à l'OA 0703P ;
- **La Vallée de la Marne,** située entre le Plateau Briard et le Plateau de Clichy. Elle est caractérisée par la succession lithologique allant des Calcaires de Saint-Ouen (SO) au Calcaire Grossier (CG) sous les Alluvions Modernes et Anciennes (AM et AA). Elle s'étend de l'OA 0703P à l'OA 0603P ;
- **Le Plateau de Clichy,** localisé principalement sur les communes de Montfermeil et Clichy-Sous-Bois. Il est caractérisé par la succession lithologique allant du Calcaire de Brie (TB) au Calcaire de Saint-Ouen (SO). Il s'étend de l'OA 0604P à l'OA 0502P ;
- **La Plaine de France** (ou plateau de Parisis), allant de Livry Gargan à Gennevilliers. Elle est caractérisée par la succession lithologique allant des Calcaires de Saint-Ouen (SO) au Calcaire Grossier (CG). Elle s'étend sur la fin du linéaire à partir de l'OA 0502P.

La géologie simplifiée au droit des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est présentée par domaines dans les figures associées à chaque domaine géologique. Les coupe présentent la géologie au droit du projet et permettent de visualiser les variations stratigraphiques le long de celui-ci. La stratigraphie affichée dans les coupes est modélisée par les couleurs et symboles ci-après :

Lithostratigraphie		
Terrain non récupéré	NREC	
Terrain de nature indeterminée	IND	
Remblais	R	
Alluvions modernes	AM	
Alluvions anciennes	AA	
Limons des plateaux	LP	
Eboulis, colluvions, masses glissées	Eb	
Calcaire de Brie	TB	
Argile verte	GV	
Marnes supragypseuses, Marnes de Pantin	MP	
Marnes supragypseuses, Marnes d'Argenteuil	MA	
Calcaire de Champigny	CC	
Masses et marnes du Gypse	MFL	
Marnes à Pholadomyes, marnes infragypseuses	MPH	
Sables verts	SV	
Marno-calcaire de St-Ouen, faciès principal marno-calcaire	SO	
Sables de Beauchamp, faciès principal sableux +/- argileux	SB	
Sables de Beauchamp, faciès argilo-marneux (passées ≥ 1m), localement gypsifère	SBa	
Marnes et Caillasses, faciès carbonaté principal pas ou peu rocheux +/- gypse diffus	MC	
Marnes et Caillasses, faciès carbonaté à intercalations pluridm de gypse massif	MCgy	
Marnes et Caillasses, gypse massif	Gy	
Marnes et Caillasses, faciès rocheux (passées ≥ 1m) +/- fracturé (pour partie "concassé")	MCr	
Sables dans les Marnes et Caillasses ou le Calcaire grossier	Sa	
Calcaire grossier	CG	
Calcaire grossier, faciès altéré	CGa	

Légende des coupes géologiques présentées

5.2.4.1. Insertion du tunnel des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord avec les couches géologiques

Pour rappel, les différents domaines identifiés de l'aire d'étude sont décrits ci-dessous. Les figures en fin de chaque paragraphe permettent de visualiser la correspondance entre l'intersection du tunnel avec les couches géologiques rencontrées (profils en long) et le tracé (vues en plan).

Le Plateau Briard

Ce domaine géologique est localisé à l'extrémité Est de la Ligne 16. Il s'étend entre le puits 0703P et la gare de Noisy-Champs. Le tunnel de la ligne 16 traverse dans ce domaine (avec une forte pente) une grande partie de la série stratigraphique caractéristique du plateau Briard dont les Argiles Vertes, le Calcaire de Champigny, les Marnes d'Argenteuil et les Marnes de Pantin.

La coupe géologique rencontrée au droit du domaine est de haut en bas :

- **Des remblais et des Eboulis**, présents dans la pente du Plateau sur une épaisseur de 3 à plus de 6 m. Localisés sur et en pied de pente, il s'agit de dépôts variés comprenant potentiellement des colluvions, des éboulis et aussi des masses glissées. Sur les pentes du plateau de Noisy-Champs, il s'agit d'accumulations argilo-limono-sableuses à graviers, cailloux et blocs silicifiés issus du Calcaire de Brie. Les masses représentées sur les pentes de la butte de Clichy sont encore mal caractérisées.

- **Le Calcaire de Brie** est présent, sur ce domaine, uniquement au Niveau de la gare de Noisy-Champ sur une épaisseur de quelques mètres. Il se présente en grande partie sous un faciès altéré et remanié. Il s'agit essentiellement d'un ensemble marno-calcaire (marnes et calcaires peu durs) à calcaires siliceux très durs constituant des « accidents » siliceux de type « meulière ».

  En sondages, la formation, globalement peu cohérente du fait de l'altération et des remaniements, est constituée de marnes beiges à verdâtres-kakies. Des passées d'argile ou des fragments pluricentimétriques à pluridécimétriques de calcaire silicifié de type meulière (bancs disloqués), sont irrégulièrement observés.

- **Les Argiles Vertes**, d'épaisseur totale 7 à 8 m environ lorsque la formation est complète. Des irrégularités de la stratification sont attendues en relation avec la présence éventuelle d'affaissement ou de fontis. De plus, sur les rebords des reliefs et les versants, cette formation est susceptible de glisser ; c'est peut-être le cas au niveau de la bordure nord du plateau briard.

  Il s'agit d'une formation argileuse assez homogène, globalement très compacte et "serrée" et éventuellement un peu carbonatée (marneuse). Elle est de teinte dominante verte. Un litage discret est irrégulièrement visible et généralement subhorizontal. Des éléments calcaires (graviers et ou nodules) de taille millimétrique à pluricentimétrique sont régulièrement signalés.

  L'Argile verte constitue une couche considérée comme imperméable dans la série tertiaire parisienne.

- **Les Marnes de Pantin et les Marnes d'Argenteuil** sont présentes sous l'Argile verte en partie haute. L'épaisseur moyenne de l'ensemble est de près de 18 m au niveau du plateau Briard, sauf au niveau de sa bordure où l'ensemble se réduit à moins de 10 m. En dehors de ce secteur particulier, les Marnes de Pantin sont généralement un peu plus épaisses (8 à 10 m en moyenne) que les Marnes d'Argenteuil (6-7 m). Comme pour les formations susjacentes, des irrégularités locales d'épaisseur et de géométrie des marnes sont à attendre en relation avec la présence d'affaissements/fontis engendrés par la dissolution du gypse dans les Masses et Marnes de gypse.

  Les Marnes « blanches » de Pantin et « bleues » d'Argenteuil se différencient principalement par leur couleur ; cette différence est généralement nette au niveau du plateau Briard.

  Une stratification et un litage fin est régulièrement observé, surtout dans les Marnes d'Argenteuil. Des fractures de 60° ou subverticales sont observées sur le plateau de Noisy-Champs.

  Les deux formations apparaissent constituées quasi-exclusivement de marnes (plus ou moins argileuses), sans intercalation rocheuse calcaire, avec un caractère globalement plus compacte et massif pour les Marnes d'Argenteuil.

- **Le Calcaire de Champigny** représente un équivalent latéral (passage progressif au niveau de la vallée de la Marne) des Masses et Marnes du gypse ; il est donc également positionné entre les marnes supra-gypseuses et l'horizon des Sables verts (voir descriptions ci-après en chapitre 0). Son épaisseur est d'un peu moins de 20 m.

  Le Calcaire de Champigny est assez hétérogène d'un point de vue lithologique. On distingue un faciès dominant de calcaire beige clair/blanchâtre fin (micritique) peut-être parfois marneux, à passées de calcaire dur grisâtre vacuolaire (coquiller) ; vers le bas, des

faciès calcaire gris-vert et des faciès argileux de teinte variable s'intercalent. Des nodules épars de silex brunâtre d'épaisseur pluricentimétrique à supradécimétrique sont régulièrement observés dans la partie haute du calcaire. Le haut de la formation est souvent très friable (pulvérulent) sur une épaisseur pluridécimétrique, le reste est globalement peu massif et (très) fragmenté. Le litage est globalement subhorizontal.

Aucune gare n'appartient à ce domaine géologique.

Le tunnel se trouve entre 12 et 25 mètres sous le terrain naturel, traversant la stratigraphie depuis les Marnes de Pantin jusqu'au Calcaire de Champigny puis les Calcaires de Saint-Ouen.

La Vallée de la Marne

Ce domaine géologique se situe entre les puits 0603P et 0703P environ. Dans ce secteur le tunnel de la ligne 16 est principalement implanté dans les Marnes et Caillasses et plus localement dans les sables de Beauchamp et le Calcaire de Saint-Ouen.

Sous une épaisseur peu importante et hétérogène de matériaux de remblai, la coupe géologique rencontrée au droit du domaine est de haut en bas :

- **Les Alluvions modernes** (= alluvions actuelles et subactuelles) sont reconnues sur une épaisseur généralement plurimétrique. Elles sont à dominante argilo-limoneuses et généralement sombres.

- **Les Alluvions anciennes** sont présentes sous les alluvions modernes et les remblais et constituent, un niveau continu d'épaisseur plurimétrique à décamétrique. Leur surface de base est localement irrégulière du fait de la présence de chenaux (notamment entre les OA 0701P et 0702P) et potentiellement de fontis.

  Les Alluvions anciennes sont composées essentiellement de matériaux sablo-graveleux (beiges à jaune-orangé) éventuellement carbonatés avec une fraction sableuse dominante et généralement grossière. Les graves (graviers à galets/cailloux, siliceux ou calcaires) sont semi anguleuses à arrondies. Un niveau constitué exclusivement de graviers ou galets (fines probablement lavées en forage) est parfois observé à la base des alluvions.

- **Les Marnes à Pholadomyes** sont présentes localement, au niveau de l'ouvrage 0702P, sur une épaisseur limitée (environ 5 à 6 mètres).

  Ces marnes « infragypseuses » sont issues des Masses et Marnes de Gypse dans lesquelles une à plusieurs masses de gypses auraient été dissoutes : les « Marnes à Pholadomyes » au sens large sont donc interprétées comme l'équivalent marneux altéré et partiellement dissout des Masses et Marnes du Gypse.

  L'épaisseur de cet ensemble est donc très variable suivant son contenu. Dans la vallée de la Marne, l'épaisseur de cette formation apparait de manière discontinue et sur une faible épaisseur (de quelques mètres à 5-6 m). Des zones de dissolution fortement décomprimées et/ou des cavités sont possiblement présentes au sein de cette formation.

  Les marnes dites à « Pholadomyes » présentent des teintes variables (beige, ocre, marron, gris-beige, verdâtre) et assez souvent bariolées. Plus ou moins compactes, elles présentent une composante argileuse variable et également de manière irrégulière une composante sableuse voire sablo-graveleuse. Le gypse est généralement absent (dissout) sauf très localement.

- **Les Sables Verts,** horizon sableux également dénommé « Sables de Monceau » est peu épais et susceptible de présenter parfois un caractère lenticulaire. Cet horizon a été identifié sous les Marnes à Pholadomyes.

  Son épaisseur est régulièrement de 1-2 m mais peut aller localement jusqu'à 3-4 m.

  Il s'agit généralement de sable fin vert-jaune à beige-gris, plus ou moins marno-argileux, lâche à cohésif et compact. Des cailloutis calcaires sont observés.

- **Le Calcaire de Saint-Ouen** : Cette formation est représentée sur toute la longueur du profil en long sur une épaisseur d'une dizaine de mètre mais se réduit fortement dans la partie Nord de la plaine de la Marne où la formation est érodée et tronquée par les Alluvions anciennes ou elle se réduit à quelques mètres, voire 1 mètre.

  Plusieurs horizons sont classiquement distingués au sein de cette formation : de haut en bas, le Calcaire de St-Ouen au sens strict (membre principal, nettement le plus épais), l'Horizon sableux de Mortefontaine (calcaire plus ou moins fossilifère suivi d'un sable beige sur moins d'1 mètre), le Calcaire de Ducy (niveau carbonaté sombre de 10-20 cm) et plus rarement, l'horizon d'Ezanville.

  Le Calcaire de St-Ouen au sens strict est principalement constitué sur l'essentiel de son épaisseur d'un faciès calcaro-marneux beige-blanchâtre plutôt tendre à compact mais fréquemment friable ou déstructuré, et de calcaire semi-rocheux souvent très fragmenté.

  Du gypse est décrit sous forme de petits fragments relictuels ou de cristaux et également de manière plus diffuse et mal caractérisée sous le terme de Marnes gypseuses.

- **Les Sables de Beauchamp** : Son épaisseur varie entre 10 et plus de 15 m.

  Il s'agit d'un sable généralement fin, argileux (et plus ou moins carbonaté) gris-vert à bleuté, souvent assez sombre, majoritairement cohésif à compact voire induré mais également parfois lâche à pulvérulent.

  Un horizon argilo-marneux (et plus ou moins sableux) d'échelle métrique à plurimétrique, généralement compact, est fréquemment décrit dans les sondages, le plus souvent en position médiane et fait référence à l'« écran argileux médian » connu en région parisienne et qui formerait potentiellement un écran imperméable au sein des Sables de Beauchamp. Cependant, les sondages et diagraphies réalisés ne permettent pas de mettre en évidence l'existence d'un horizon « médian » argileux continu au sein des Sables de Beauchamp mais plutôt des corps lenticulaire plus argileux et irrégulièrement répartis.

  Une ou plusieurs passées de calcaire dur plus ou moins gréseux, gris, souvent d'aspect carié et vacuolaire sont observés en sondage au sein des Sables de Beauchamp. Elles ont une épaisseur comprise généralement entre 30 et 50 centimètres mais peuvent localement atteindre ou se cumuler sur un ou plusieurs mètres. Ces passées ne sont pas observées à un niveau stratigraphique constant dans la formation et il s'agit plutôt de lentilles plus ou moins allongées (et de forme sans doute irrégulière) positionnées à différents niveaux de la formation.

  Quelques passées de gypse et du gypse diffus (lits fins et irréguliers, cristaux épars) est par ailleurs reconnus.

  Il s'agit de la formation la plus concernée par le tunnel.

- **Les Marnes et Caillasses**, d'épaisseur variant de 15 à 20 m, sont constituées principalement d'un faciès carbonaté beige à blanchâtre, parfois tendre mais majoritairement compact à semi-rocheux et massif lorsqu'il n'est pas « déstructuré ». Ce faciès carbonaté correspond à la partie « marnes » de la formation. Il s'agit de marnes peu argileuses ou de calcaires marneux.

  Des bancs ou fragments rocheux plus durs (calcaire gris, éventuellement dolomie) s'intercalent dans ce faciès carbonaté principal : ils sont généralement peu abondants sauf dans la partie basale de la formation où ils deviennent fréquemment majoritaires. Ces passées rocheuses sont massives à très fracturées/fragmentées.

  Peu de gypse est repéré dans le faciès des Marnes et Caillasses au niveau de la vallée de Marne. Les phénomènes de dissolution expliquent sans doute en partie l'absence de gypse massif sur une grande partie du tronçon mais on peut penser cependant qu'il était originellement moins présent dans ces secteurs. Les Marnes et Caillasses présentent irrégulièrement mais fréquemment un aspect +/- fragmenté et friable dit « déstructuré » en relation probable avec la dissolution de gypse initialement présent de manière diffuse ou en niveaux d'épaisseur variable.

  La composition, la texture/structure et l'épaisseur des Marnes et Caillasses évoluent le long du profil en long. De la gare de Chelles jusque sous le plateau de Noisy-Champs, bien que les Marnes et Caillasses continuent à présenter un aspect fréquemment déstructuré (parfois très fortement), les phénomènes de dissolution semblent moins développés et les interfaces plus régulières.

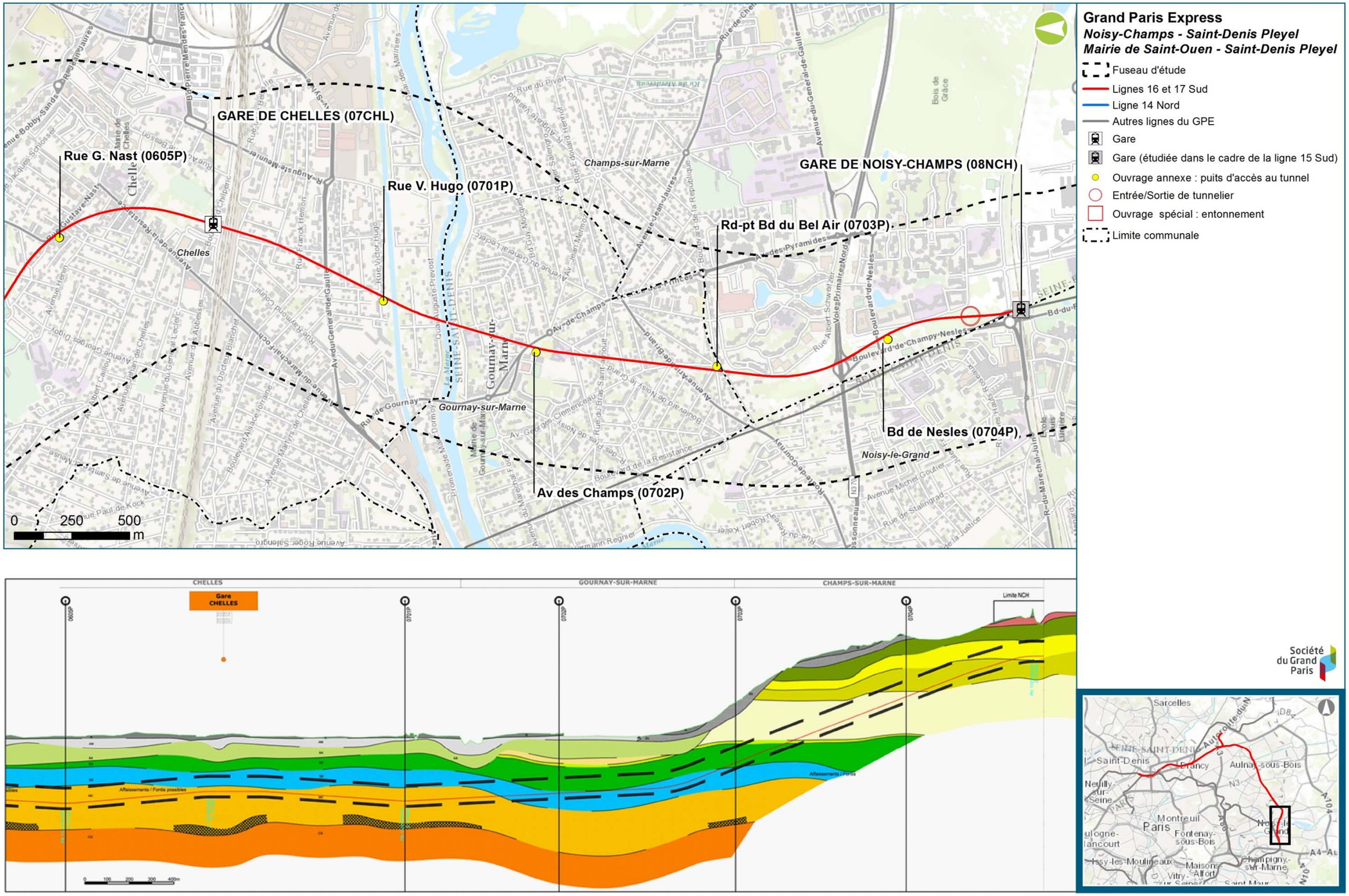
- **Le Calcaire Grossier** constitue la formation de base du profil en long et le substratum du projet. Elle n'est a priori jamais traversée par le tunnel mais peut concerner certaines gares à travers les fiches de ces dernières. Seule la partie supérieure de la formation est le plus souvent reconnue.

  On distingue des bancs de calcaire fin (de type Banc de Roche) et des bancs ou horizons calcaires plus tendres et plus grossiers, parfois très coquillers (et vacuolaires du fait de la dissolution partielle des fragments de coquilles). Ces niveaux grossiers sont parfois friables en toit de la formation.

  En dehors de la partie sommitale de la formation plus souvent fracturée, le Calcaire grossier est généralement massif et peu fracturé. Cependant, sous la partie Nord de la vallée de la Marne, il est altéré sur un ou deux niveaux d'épaisseur pluridécimétrique à plurimétrique : il est alors plus ou moins friable et de couleur gris-marron sombre. Ce faciès altéré traduit une altération profonde localisée.

Une seule gare appartient à ce domaine géologique : Chelles (07 CHL).

Le profil en long géologique en page suivante présente les domaines géologiques du Plateau Briard et de la Vallée de La Marne ainsi que la vue en plan du projet associée.



Vue en plan et profil en long géologique du projet– Domaine géologique du Plateau Briard et de la Vallée de la Marne (Source : Egis/Tractebel, 2016)

Le Plateau de Clichy

L'étendue de ce domaine se situe entre les puits 0502P et 0604P environ. Le tunnel de la ligne 16 traverse dans ce secteur (avec une forte pente) une grande partie de la série stratigraphique caractéristique du plateau de Clichy dont les Sables verts, les Masses et Marnes de gypse, les Marnes d'Argenteuil et les Marnes de Pantin.

Sous une épaisseur peu importante et hétérogène de matériaux de remblai, la coupe géologique rencontrée au droit du domaine est de haut en bas :

- **Le Calcaire de Brie** constitue l'entablement sommital de la butte de Clichy. Sur une épaisseur de quelques mètres (environ 5 mètres), il se présente en grande partie sous un faciès altéré et remanié. Sur le plateau de Clichy, la présence avérée ou supposée de structures d'effondrement de type fontis confère à la formation une irrégularité observée ou potentielle de sa surface de base.

  Il s'agit essentiellement d'un ensemble marno-calcaire (marnes et calcaires peu durs) à calcaires siliceux très durs constituant des « accidents » siliceux de type « meulière ».

  La formation, globalement peu cohérente du fait de l'altération et des remaniements, est constituée de marnes beiges à verdâtres-kakies. Des passées d'argile ou des fragments pluricentimétriques à pluridécimétriques de calcaire silicifié de type meulière (bancs disloqués), sont irrégulièrement observés.

- **Les Argiles Vertes**, d'épaisseur totale 7 à 9 m environ lorsque la formation est complète. Des irrégularités de la stratification sont attendues en relation avec la présence éventuelle d'affaissement ou de fontis. De plus, sur les rebords des reliefs et les versants, cette formation est susceptible de glisser ; c'est peut-être le cas au niveau de la bordure nord du plateau briard.

  Il s'agit d'une formation argileuse assez homogène, globalement très compacte et « serrée » et éventuellement un peu carbonatée (marneuse). Elle est de teinte dominante verte. Un litage discret est irrégulièrement visible et généralement subhorizontal. Des éléments calcaires (graviers et ou nodules) de taille millimétrique à pluricentimétrique sont régulièrement signalés.

  L'Argile verte constitue une couche considérée comme imperméable dans la série tertiaire parisienne.

- **Les Marnes supra-gypseuses : Marnes de Pantin et les Marnes d'Argenteuil** sont présentes sous l'Argile verte en partie haute. L'épaisseur moyenne de l'ensemble est de près de 15 m. Les Marnes de Pantin sont généralement un peu plus épaisses (8 à 10 m en moyenne) que les Marnes d'Argenteuil (6-7 m). Comme pour les formations susjacentes, des irrégularités locales d'épaisseur et de géométrie des marnes sont à attendre en relation avec la présence d'affaissements/fontis engendrés par la dissolution du gypse dans les Masses et Marnes de gypse.

  Les Marnes « blanches » de Pantin et « bleues » d'Argenteuil se différencient principalement par leur couleur.

  Une stratification et un litage fin est régulièrement observé, surtout dans les Marnes d'Argenteuil.

  Les deux formations apparaissent constituées quasi-exclusivement de marnes (plus ou moins argileuses), sans intercalation rocheuse calcaire, avec un caractère globalement plus compacte et massif pour les Marnes d'Argenteuil.

- **Les Masses et Marnes du Gypse** : Cette formation est présente uniquement au niveau du plateau de Clichy dans l'emprise du projet, mais sur une épaisseur importante de 40 à 50 mètres, ce qui en fait la formation la plus épaisse du tronçon.

  La formation des Masses et marnes du gypse est constituée d'une alternance de niveaux épais ou « masses » de gypse, autrefois exploités en carrières, et d'horizons principalement marneux en alternance.

  Les masses de gypse montrent globalement une bonne continuité stratigraphique. Quatre niveaux de masses de gypse sont distingués, d'épaisseur allant de 10 à 14 mètres environ pour la première masse de gypse à 1 mètre pour la quatrième masse.

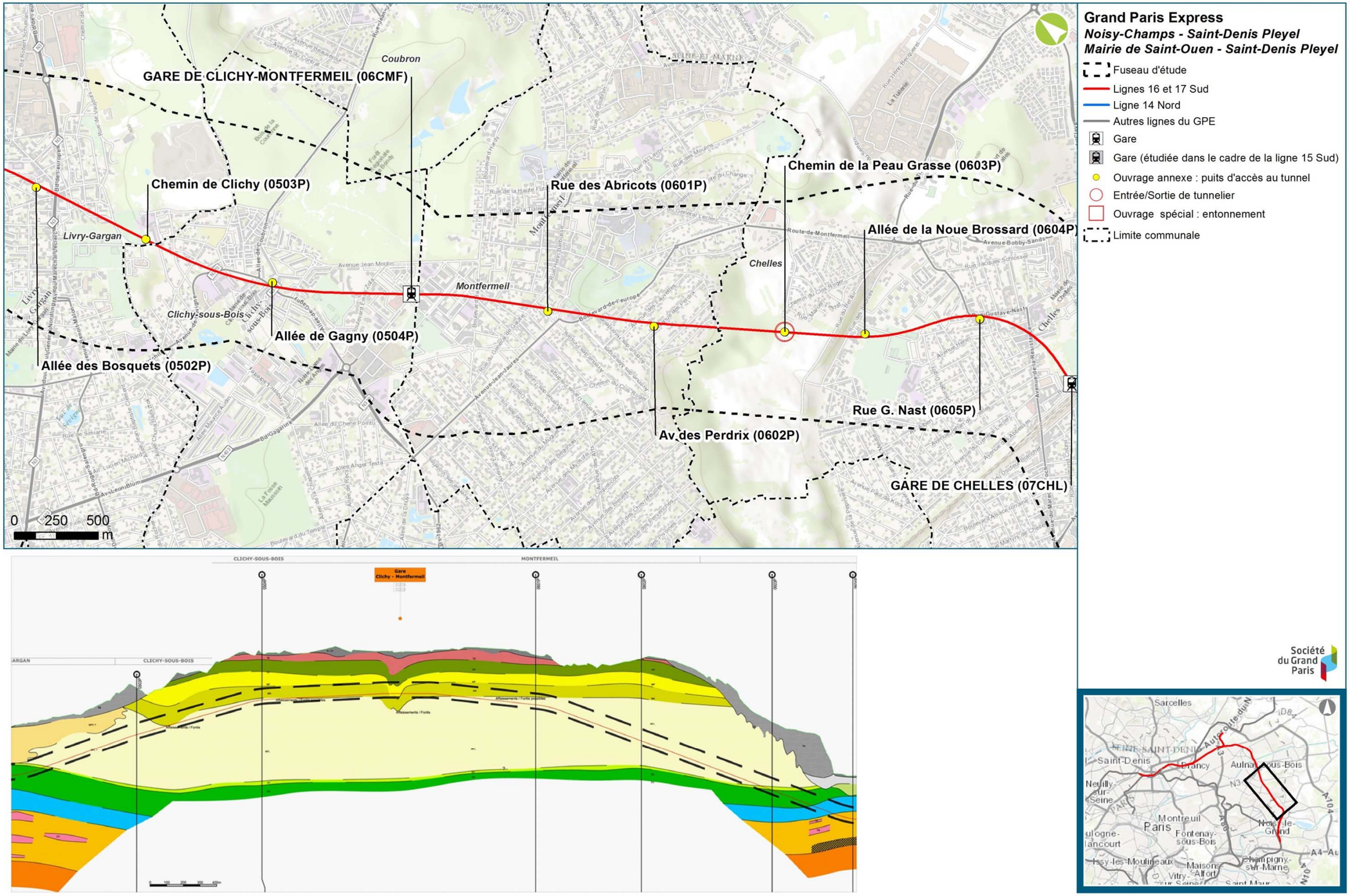
  Les niveaux marneux qui les séparent sont plurimétriques (de 6 à 7 mètres pour les Marnes à fer de lance à 2 à 5 mètres pour les Marnes à Lucines ou les Marnes à Pholadomyes). Il s'agit de marnes plus ou moins argileuses grises à vertes ou marno-gypseuses.

  Le gypse recoupé en sondage est majoritairement compact et massif mais un débit régulier en galettes centimétriques est assez fréquemment observé, il passe localement à des zones chaotiques déstructurées, décomprimées au sein desquelles de la dissolution a pu se produire de manière plus ou moins diffuse (notamment en partie basse du versant nord de la butte de Clichy).

Le tunnel devrait traverser sur plusieurs kilomètres la formation des Masses et Marnes de Gypse et atteindre les Marnes d'Argenteuil au centre du Plateau de Clichy.

Une seule gare appartient à ce domaine géologique : la gare de Clichy-Montfermeil (06 CMF).

Le profil en long géologique en page suivante présente le domaine géologique du Plateau de Clichy ainsi que la vue en plan du projet associée



Vue en plan et profil en long géologique du projet – Domaine géologique du Plateau de Clichy (Source : Egis/Tractebel, 2016)

La Plaine de France

Ce domaine s'étend depuis l'ouvrage annexe 0502P environ jusqu'à l'extrémité Ouest du projet. Dans ce domaine géologique, le creusement du tunnel des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord concerne principalement les Sables de Beauchamp (SB) et plus localement les Marnes et Caillasses (MC) et le Calcaire de Saint-Ouen (SO).

Sous une épaisseur peu importante et hétérogène de matériaux de remblai, la coupe géologique rencontrée au droit du domaine est de haut en bas :

- **Les Alluvions modernes** (= alluvions actuelles et subactuelles) sont représentées sur de faibles épaisseurs sous forme de chenaux localisés ou d'un mince dépôt superficiel où elles peuvent cependant être confondues avec les remblais sus-jacents ou les Limons de plateaux. Elles sont à dominante argilo-limoneuses et généralement sombres.

- **Les Alluvions anciennes** sont rarement caractérisées de manière claire dans la Plaine de France. C'est cependant le cas localement (gare de Sevran-Livry) sous les alluvions modernes et les remblais. Elles constituent, un niveau continu d'épaisseur plurimétrique à décamétrique.

  Elles sont composées essentiellement de matériaux sablo-graveleux (beiges à jaune-orangé) éventuellement carbonatés avec une fraction sableuse dominante et généralement grossière. Les graves (graviers à galets/cailloux, siliceux ou calcaires) sont semi anguleuses à arrondies. Un niveau constitué exclusivement de graviers ou galets (fines probablement lavées en forage) est parfois observé à la base des alluvions.

- **Les Limons des plateaux** sont généralement regroupés avec les remblais ou les alluvions modernes avec lesquels ils se confondent. D'une manière générale, cette formation regroupe un ensemble de dépôts fins argilo-limono-sableux marron foncé à beige, d'origine éolienne ou d'altération. Ils peuvent contenir des fragments ou éclats de meulières et silex ou des plaquettes calcaires.

- **Les Marnes à Pholadomyes** sont réparties en lentilles plus ou moins épaisses, métriques à plurimétriques.

  Ces marnes « infragypseuses » sont issues des Masses et Marnes de Gypse dans lesquelles une à plusieurs masses de gypses auraient été dissoutes : les « Marnes à Pholadomyes » au sens large sont donc interprétées comme l'équivalent marneux altéré et partiellement dissout des Masses et Marnes du Gypse.

  L'épaisseur de cet ensemble est donc très variable suivant son contenu (de quelques mètres à 5-6 m). En outre, cette formation apparait de manière discontinue. Des zones de dissolution fortement décomprimées et/ou des cavités sont possiblement présentes au sein de cette formation.

  Les marnes dites à « Pholadomyes » présentent des teintes variables (beige, ocre, marron, gris-beige, verdâtre) et assez souvent bariolées. Plus ou moins compactes, elles présentent une composante argileuse variable et également de manière irrégulière une composante sableuse voire sablo-graveleuse. Le gypse est généralement absent (dissout) sauf très localement.

- **Les Sables Verts,** horizon sableux également dénommé « Sables de Monceau » est peu épais et susceptible de présenter parfois un caractère lenticulaire. Cet horizon a été identifié sous les Marnes à Pholadomyes avec une grande irrégularité.

  Son épaisseur est régulièrement de 1-2 m mais peut aller localement jusqu'à 3-4 m.

  Il s'agit généralement de sable fin vert-jaune à beige-gris, plus ou moins marno-argileux, lâche à cohésif et compact. Des cailloutis calcaires sont observés.

- **Le Calcaire de Saint-Ouen** : Cette formation est représentée sur toute la longueur de la Plaine de France sur une épaisseur d'une dizaine de mètres mais peut se réduire à 5 m.

  Plusieurs horizons sont classiquement distingués au sein de cette formation : de haut en bas, le Calcaire de St-Ouen au sens strict (membre principal, nettement le plus épais), l'Horizon sableux de Mortefontaine (calcaire plus ou moins fossilifère suivi d'un sable beige sur moins d'1 mètre), le Calcaire de Ducy (niveau carbonaté sombre de 10-20 cm) et plus rarement, l'horizon d'Ezanville.

  Le Calcaire de St-Ouen au sens strict est principalement constitué sur l'essentiel de son épaisseur d'un faciès calcaro-marneux beige-blanchâtre plutôt tendre à compact mais fréquemment friable ou déstructuré, et de calcaire semi-rocheux souvent très fragmenté.

  Du gypse est décrit sous forme de petits fragments relictuels ou de cristaux et également de manière plus diffuse et mal caractérisée sous le terme de Marnes gypseuses.

- **Les Sables de Beauchamp** : Son épaisseur varie entre 10 et plus de 15 m.

  Il s'agit d'un sable généralement fin, argileux (et plus ou moins carbonaté) gris-vert à bleuté, souvent assez sombre, majoritairement cohésif à compact voire induré mais également parfois lâche à pulvérulent.

  Un horizon argilo-marneux (et plus ou moins sableux) d'échelle métrique à plurimétrique, généralement compact, est fréquemment décrit dans les sondages, le plus souvent en position médiane et fait référence à l'« écran argileux médian » connu en région parisienne et qui formerait potentiellement un écran imperméable au sein des Sables de Beauchamp. Cependant, les sondages et diagraphies réalisés ne permettent pas de mettre en évidence l'existence d'un horizon « médian » argileux continu au sein des Sables de Beauchamp mais plutôt des corps lenticulaire plus argileux et irrégulièrement répartis.

  Une ou plusieurs passées de calcaire dur plus ou moins gréseux, gris, souvent d'aspect carié et vacuolaire sont observés au sein des Sables de Beauchamp. Elles ont une épaisseur comprise généralement entre 30 et 50 centimètres mais peuvent localement atteindre ou se cumuler sur un ou plusieurs mètres. Ces passées ne sont pas observées à un niveau stratigraphique constant dans la formation et il s'agit plutôt de lentilles plus ou moins allongées (et de forme sans doute irrégulière) positionnées à différents niveaux de la formation.

  Quelques passées de gypse et du gypse diffus (lits fins et irréguliers, cristaux épars) est par ailleurs reconnus.

  Il s'agit de la formation la plus concernée par le tunnel.

- **Les Marnes et Caillasses**, d'épaisseur variant de 15 à 20 m, sont constituées principalement d'un faciès carbonaté beige à blanchâtre, parfois tendre mais majoritairement compact à semi-rocheux et massif lorsqu'il n'est pas « déstructuré ». Ce faciès carbonaté correspond à la partie « marnes » de la formation. Il s'agit de marnes peu argileuses ou de calcaires marneux.

Des bancs ou fragments rocheux plus durs (calcaire gris, éventuellement dolomie) s'intercalent dans ce faciès carbonaté principal : ils sont généralement peu abondants sauf dans la partie basale de la formation où ils deviennent fréquemment majoritaires. Ces passées rocheuses sont massives à très fracturées/fragmentées.

Peu de gypse est repéré dans le faciès des Marnes et Caillasses au niveau de la Vallée de Marne. Les phénomènes de dissolution expliquent sans doute en partie l'absence de gypse massif sur une grande partie du tronçon mais on peut penser cependant qu'il était originellement moins présent dans ces secteurs. Les Marnes et Caillasses présentent irrégulièrement mais fréquemment un aspect plus ou moins fragmenté et friable dit « déstructuré » en relation probable avec la dissolution de gypse initialement présent de manière diffuse ou en niveaux d'épaisseur variable.

Les Marnes et Caillasses présentent irrégulièrement mais fréquemment un aspect « déstructuré » à mettre au moins en partie en relation avec une dissolution de gypse.

La composition, la texture/structure et l'épaisseur des Marnes et Caillasses évoluent le long du profil en long. De la gare de Chelles jusque sous le plateau de Noisy-Champs, bien que les Marnes et Caillasses continuent à présenter un aspect fréquemment déstructuré (parfois très fortement), les phénomènes de dissolution semblent moins développés et les interfaces plus régulières.

- **Le Calcaire Grossier** constitue la formation de base du profil en long et le substratum du projet. Elle n'est a priori jamais traversée par le tunnel mais peut concerner certaines gares à travers les fiches de ces dernières. Seule la partie supérieure de la formation est le plus souvent reconnue.

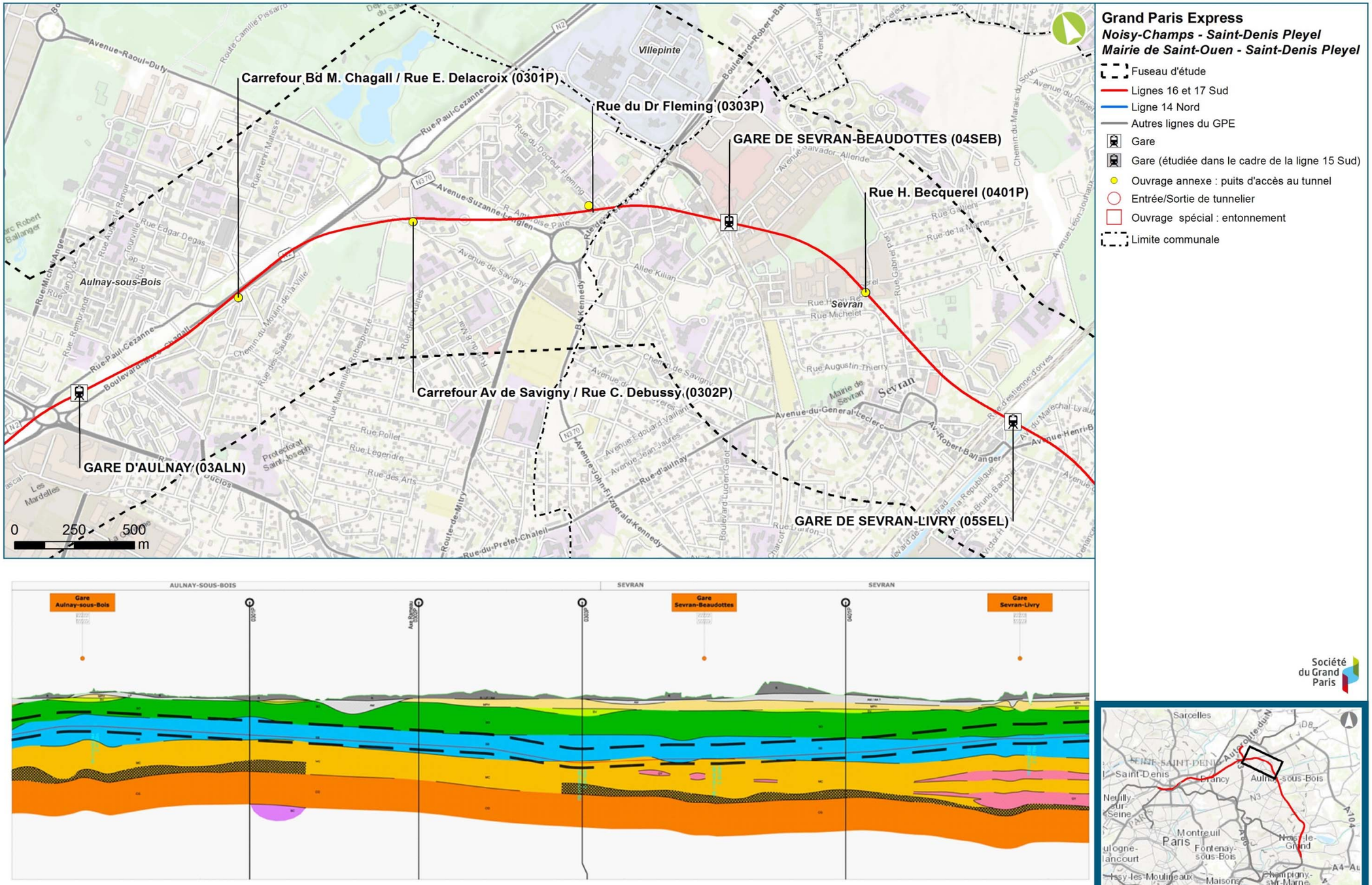
  On distingue des bancs de calcaire fin (de type Banc de Roche) et des bancs ou horizons calcaires plus tendres et plus grossiers, parfois très coquillers (et vacuolaires du fait de la dissolution partielle des fragments de coquilles). Ces niveaux grossiers sont parfois friables en toit de la formation.

  En dehors de la partie sommitale de la formation plus souvent fracturée, le Calcaire grossier est généralement massif et peu fracturé. Cependant, sous la partie Nord de la vallée de la Marne, il est altéré sur un ou deux niveaux d'épaisseur pluridécimétrique à plurimétrique : il est alors plus ou moins friable et de couleur gris-marron sombre. Ce faciès altéré traduit une altération profonde localisée.

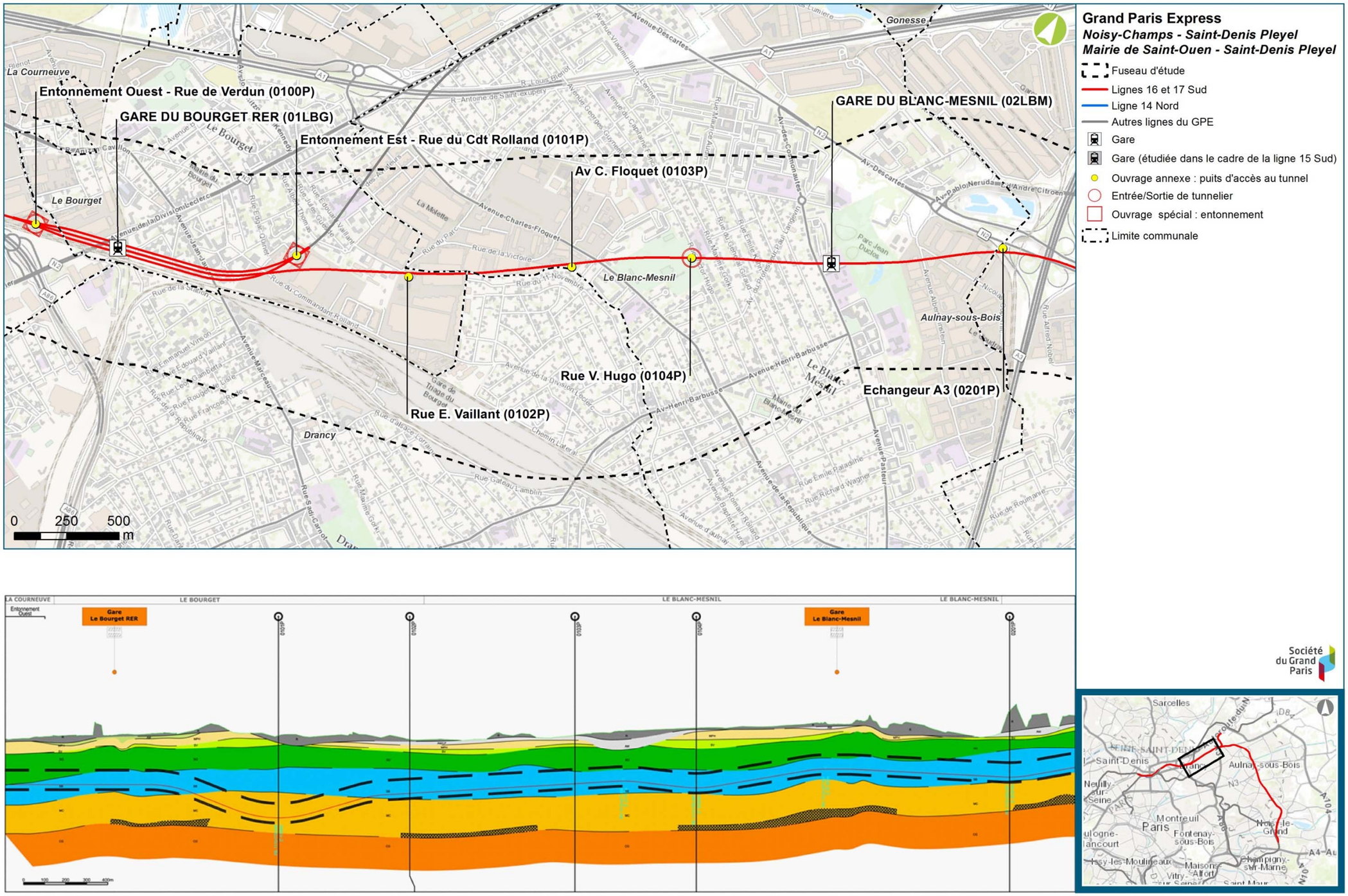
Sept gares appartiennent à ce domaine géologique : Sevran-Livry (05 SEL), Sevran-Beaudottes (04 SEB), Aulnay (03 ALN), le Blanc-Mesnil (02 LBM), Le Bourget (01 LBG), La Courneuve « Six-Routes » (34 LCO) et Saint-Denis Pleyel (33 SDP).

Le tunnel se positionne principalement dans les Sables de Beauchamp.

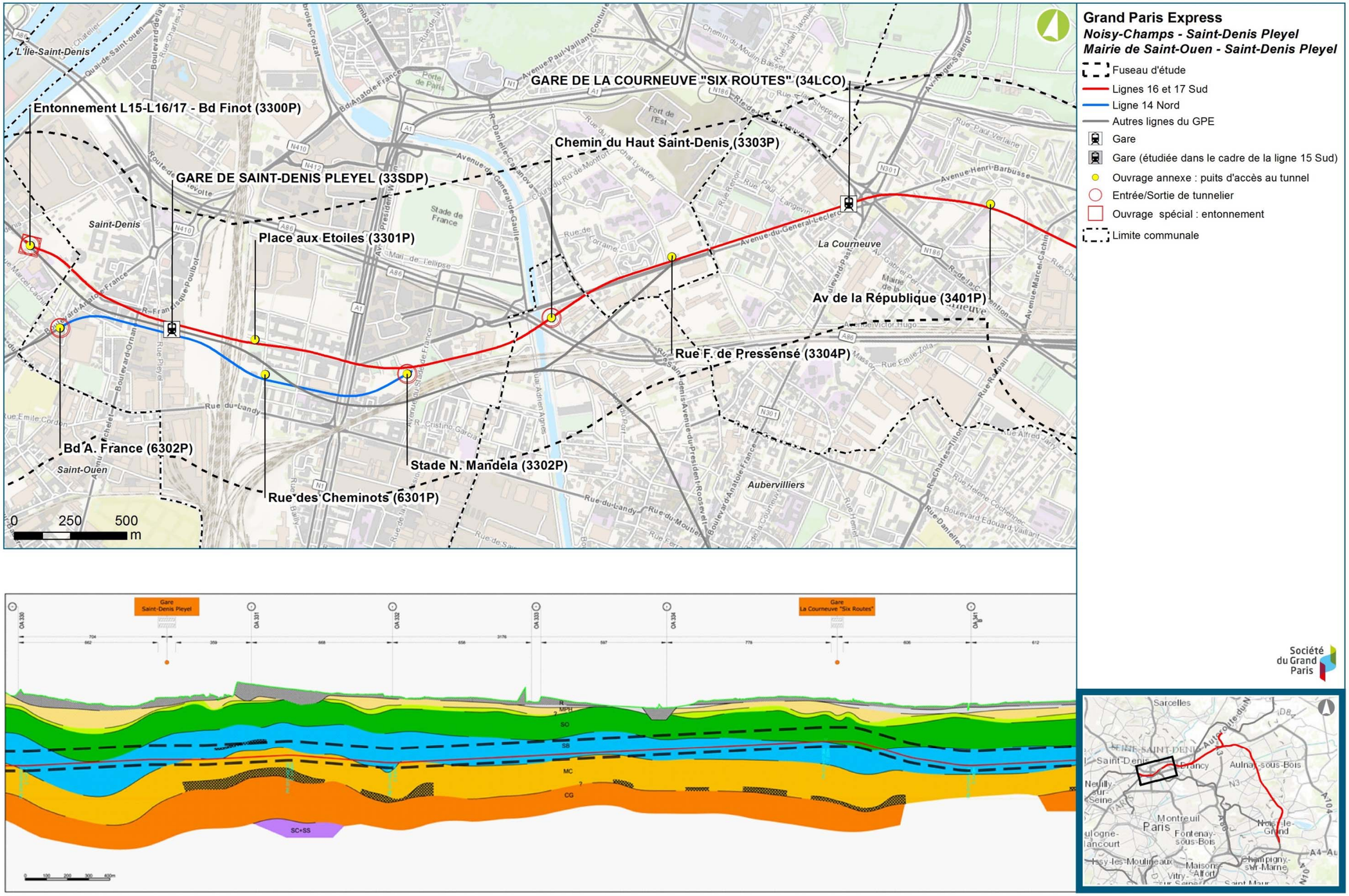
Les profils en long géologique en pages suivantes présentent le domaine géologique de la Plaine de France ainsi que la vue en plan du projet associée.



Vue en plan et profil en long géologique – Domaine géologique de la Plaine de France de Clichy à Aulnay-sous-Bois (Source : Egis/Tractebel, 2016)



Vue en plan et profil en long géologique – Domaine géologique de la Plaine de France du Blanc-Mesnil à La Courneuve (Source : Egis/Tractebel, 2016)



Vue en plan et profil en long géologique – Domaine géologique de la Plaine de France de La Courneuve à Saint-Ouen (Source : Egis/Tractebel, 2016)

5.3. Impacts liés à la présence de gypse dans le sous-sol et mesures associées

5.3.1. Description du phénomène

Dans son état sain, le gypse présente de bonnes caractéristiques mécaniques. En revanche, dès qu'il subit une altération, le gypse voit chuter sa résistance de façon extrêmement variable suivant le degré d'altération. L'altération principale du gypse réside dans sa dissolution.

La dissolution du gypse est susceptible de se produire lorsqu'il est soumis à un apport d'eaux non saturées en sulfate de calcium (infiltration d'eau de pluie, mise en communication avec une nappe de qualité chimique différente, réinjection en nappe d'eau non saturée en sulfate de calcium). Ce phénomène peut entraîner soit une dégradation des caractéristiques mécaniques d'un horizon géologique, soit la création de vides de dissolution accompagnés de décompression des terrains sus-jacents et/ou dans le cas extrême, l'apparition de fontis.

Les impacts du projet sur la dissolution du gypse peuvent donc être liés à :

- **la mise en contact de terrains gypsifères avec des eaux souterraines non chargées** qui peut se produire à la suite d'une modification des écoulements souterrains liés à la présence de l'ouvrage souterrain ou des ouvrages annexes. Ces modifications peuvent se produire en phase travaux (pompage) ou en phase exploitation (effet barrage, modification des écoulements). Cet aspect hydrogéologique de la problématique du gypse est traité dans la partie hydrogéologie (partie E3 – chapitre V.6).
- **l'existence de zones décomprimées ou de vides dans le sous-sol peuvent** suite à des phénomènes de dissolution du gypse antérieurs. La mise en œuvre du projet peut alors être en mesure de fragiliser, d'un point de vue mécanique, ces niveaux altérés et être à l'origine de mouvements de terrain susceptibles de causer des désordres sur le bâti et plus généralement sur les ouvrages situés à l'aplomb et au voisinage des infrastructures du projet.

Cette approche mécanique associée à la problématique du gypse est traité dans les paragraphes suivants.

Au vu de l'enjeu pour la construction du futur métro, des dispositions spécifiques seront prévues pour éviter tout désordre lié à la présence de gypse, ou de zones de dissolution de gypse, dans le sous-sol. Ces dispositions techniques et ces mesures sont présentées ci-après mais également dans la partie E3 – chapitre V.6 de la présente étude d'impact.

5.3.2. Stratégie générale de conception

Afin de limiter les impacts liés aux phénomènes de dissolution du gypse, la conception du projet prévoit, dans certaines zones à risque, de réduire autant que possible l'impact du projet sur le régime d'écoulement des nappes, qui constitue l'origine de la dissolution du gypse. Cette approche hydrogéologique du risque est traitée dans la partie relative à l'hydrogéologie.

5.3.2.1. Choix de la technique du tunnelier pour la construction du tunnel

Lors du creusement au tunnelier, la pression appliquée dans la chambre d'abattage contrecarre les poussées d'eau : il n'y a donc pas de rabattement de nappe susceptible d'apporter des eaux non chargées en sulfate de calcium dans un contexte géologique contenant du gypse.

La technique du tunnelier limite donc de manière très importante la création du phénomène à la source des dissolutions du gypse : apport d'eau non chargée en sulfate de calcium.

5.3.2.2. Choix de techniques pour la construction des gares et ouvrages annexes

La majorité des gares sera réalisée à ciel ouvert à l'abri de parois moulées dans le sol. Pour les gares mixtes (ayant une partie réalisée de façon traditionnelle) des injections d'étanchement préalables aux travaux sont effectués avant les travaux de terrassement à proprement parlé.

Globalement pour les gares et ouvrages annexes, les travaux sont réalisés dans des enceintes étanches limitant les eaux d'exhaure et les rabattements. Certaines gares sont toutefois concernées par un rabattement (l'incidence du rabattement sur le phénomène de dissolution du gypse est traitée dans la partie E3 au chapitre V.6).

5.3.3. Impacts potentiels du projet en phase travaux et mesures associées

5.3.3.1. Impacts et mesures génériques

Les impacts et mesures associées communs à l'ensemble du projet sont décrits ci-après.

Impacts potentiels

Ils peuvent être liés à :

- **la présence de gypse** dans le sous-sol du projet, qui, associée à une nappe active non saturée en sulfate de calcium, peut être sujet au phénomène de dissolution ;
- **la présence de zones décomprimées ou de cavités**, laissées après dissolution du gypse.

Pour les tunnels, les impacts du creusement et la réalisation du tunnel peuvent avoir des répercussions en surface : tassements excessifs, remontée de fontis.

Pour les ouvrages à ciel ouvert, des déformations excessives ou des effondrements de panneaux de paroi moulée ou du radier peuvent avoir lieu, entrainant également des tassements ou des déformations excessives des avoisinants.

Mesures préalables aux travaux

Lorsque des zones décomprimées ou altérées, voire des vides laissés par les dissolutions de gypse sont repérés et que leur présence vis-à-vis du projet est préjudiciable, des mesures adaptées de traitement du risque sont prévues. Ces traitements sont réalisés avant le passage du tunnelier ou la réalisation des gares et ouvrages annexes.

Ils consistent à améliorer le sol de ces zones décomprimées sur la hauteur concernée ou à combler les vides. Plusieurs techniques de traitement peuvent être employées :

- **l'injection d'imprégnation** : permet l'amélioration des sols en place ;
- **l'injection gravitaire ou sous pression** : Selon le contexte et la nature des dissolutions de gypse (présence de vides francs ou zones décomprimées), la technique d'injection sera adaptée. Globalement, cette technique consiste à injecter du coulis soit gravitairement, soit sous pression, pour remplir les vides présents dans le sol. Pour les zones de vides francs une injection de clavage finale sous haute pression sera réalisée. Dans ce cas précis, ces injections visent à une amélioration des paramètres géotechniques de résistance et déformabilité.

Les études de conception et de définition des types de traitement de terrain s'appuieront sur l'analyse d'applicabilité des techniques d'amélioration de sol dans les contextes géotechniques considérés, et en même temps, respecteront les contraintes imposées en termes d'impacts sur les ouvrages existants et en termes environnemental et règlementaire.

Mesures concernant les méthodes constructives en phase travaux

Par ailleurs, la prise en compte du risque gypse passe par l'adaptation des méthodes constructives au contexte attendu lors de la phase travaux.

Pour le tunnel, il s'agit notamment du choix, des caractéristiques et des conditions d'utilisation du tunnelier. Quelques exemples sont cités ci-dessous :

- limitation des cadences d'avancement afin de permettre une analyse en temps réel des différents paramètres de creusement et d'auscultations ;
- adaptation des pressions de confinement ;
- en cas d'utilisation d'un tunnelier à pression de terre, un dispositif d'injection de bentonite ou équivalent à travers la jupe pour traiter toute la surface de contact sera prévu afin de s'assurer qu'il n'y a pas de vide à l'extrados de la jupe, ou que ce vide est stabilisé pour ne pas provoquer un déconfinement du massif ;
- en cas d'utilisation d'un tunnelier à pression de boue, le chantier devra disposer de stocks de boue bentonitique primaire en quantités suffisantes pour pouvoir pallier une perte soudaine de boue dans une cavité en injectant des volumes importants de boue neuve dans un délai réduit.

Enfin, des mesures correctives (traitement des terrains ou/et renforcement du bâti à l'avant du tunnelier par exemple) permettent de protéger les ouvrages à proximité.

Pour les rameaux réalisées en congélation, il est nécessaire de prévoir une surprofondeur du radier du puits pour réaliser les forages de congélation.

Pour les gares et ouvrages annexes, des injections préalables sont prévues pour la gare de Chelles, de Sevran-Beaudottes et pour trois ouvrages annexes (voir chapitre ci-après).

Mesures de suivi en phase travaux

Pour vérifier que les mesures mises en œuvre en cas d'injection sont efficaces, des sondages de contrôle des traitements seront réalisés.

Par ailleurs, une méthode d'observation de surface pourra être réalisée dans ces zones. Cette auscultation pourra être mise en place en amont de la phase de chantier (environ une année avant le début des travaux de génie civil), afin de mesurer la respiration naturelle du bâti et des ouvrages, et sera maintenue en phase travaux. Les déplacements enregistrés seront alors comparés aux estimations des phases études (estimations faites par un logiciel de modélisation aux éléments finis).

Dans le cas de dépassement des valeurs seuils, les méthodes constructives seront immédiatement adaptées, le but étant de maîtriser complètement les déformations dans le sol.

5.3.3.2. Impacts potentiels et mesures par domaines géologiques

L'analyse des données bibliographiques et les reconnaissances déjà réalisées ont permis de mettre en évidence :

- **des zones décomprimées par de possibles dissolutions de gypse** : dans la vallée de la Marne, à l'est de la Plaine de France (notamment au niveau de la gare de Sevran-Beaudottes et dans une moindre mesure entre les futures gares du Blanc-Mesnil et du Bourget RER) ;
- **des zones où des traces de dissolution ont été repérées** dans les sondages carottés, sans impacts majeurs sur les caractéristiques mécaniques des matériaux ;
- **des zones où le gypse est présent en bancs massifs** : sur le plateau de Clichy, aux alentours de la gare de Sevran-Livry et de l'ouvrage annexe 0501P ;
- **des zones où le gypse est présent à l'état diffus dans les formations gypseuses** : dans la vallée de la Marne, et dans le reste de la Plaine de France.

Les reconnaissances complémentaires de la mission G2 en cours, ainsi que d'une mission anticipée « G2a », spécialement conçue pour la recherche d'indices de dissolution du gypse vont permettre de fiabiliser et circonscrire ces zones.

Elles seront poursuivies en phase travaux par :

- des reconnaissances à l'avancement depuis le tunnelier sous forme de forages ou de mesures géophysiques ;
- des reconnaissances après creusement pour vérifier la présence de vides à proximité de l'ouvrage par des sondages ou de la microgravimétrie.

Les données disponibles à ce stade des études permettent de retenir les dispositions présentées dans les tableaux ci-après. Cette synthèse des impacts liés à la dissolution du gypse est présentée par **domaines géologiques** (voir ci-dessus chapitre 5.1.4).

Les impacts présentés dans ces tableaux ne concernent que les risques liés à la présence de vides francs ou de zones décomprimées existants au sein des niveaux gypseux rencontrés sur le linéaire du projet. Les risques liés à l'aggravation de la formation de vides en lien avec une modification des écoulements au sein des nappes souterraines sont traités dans le chapitre relatif aux eaux souterraines (partie E3 – chapitre V.6).

Domaines géologiques	Ouvrages	Impacts	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact
Plateau Briard	**Tunnel** • **De l'avant gare de Noisy-Champs à OA 0704P**	Absence d'impact	Aucun
	• **De OA 0704P à OA 0703P**	Impact potentiel faible Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la cuvette de tassements engendrée par le tunnelier.	En fonction des résultats des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier → Suivi des déformations → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis → Injection gravitaire préalable.
	Ouvrages annexes	Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	En fonction des résultats des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Suivi des déformations → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis → Injection gravitaire préalable.
Vallée de la Marne	**Tunnel**	Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la cuvette de tassements engendrée par le tunnelier.	En fonction des résultats des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier → Suivi des déformations → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis → Injection gravitaire préalable aux travaux
	Ouvrages annexes	Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	En fonction des résultats des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages. **Injection prévue à ce jour pour les ouvrages suivants :** **- OA 0701P** **- OA 0605P** **- OA 0604P**
	Gare de Chelles 07 CHL	Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	En fonction des résultats des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injections de vides ou de zones décomprimées dans les Marnes et Caillasses. Ces injections seraient prises en compte sur toute la hauteur des Marnes et Caillasses, et sous le fond de fouille et sur une hauteur de 5m.

Domaine géologique	Ouvrages	Impacts	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact
Plateau de Clichy	**<u>Tunnel</u> 0603P à 0504P**	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la cuvette de tassements engendrée par le tunnelier. Pas d'activation de la dissolution attendue.	En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier ; → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages.
	<u>Tunnel</u> 0504P à 0502P	Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la cuvette de tassements engendrée par le tunnelier. Pas d'activation de la dissolution attendue.	
	<u>Ouvrages annexes</u>	Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages. Pas d'activation de la dissolution attendue car peu de pompage.	
	<u>Gare de Clichy-Montfermeil 06CMF</u>	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages. Pas d'activation de la dissolution du gypse car pas de pompage en phase travaux.	En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier ; → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; Concernant le gypse, les sondages et reconnaissances réalisées en G12 n'ont pas mis en évidence de vides francs ou de zones décomprimées significatives. Par conséquent aucun traitement préalable n'est prévu au droit des parois moulées ou du radier.
Plaine de France	**<u>Tunnel</u> 0502P à 05SEL 0202P à 02LBM Raccordement SMI/SMR 33SDP à 3300P et 6302P**	Impact potentiel faible	En fonction des résultats des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier ; → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection gravitaire préalable aux travaux.
	05SEL à 0401P 0303P à 0202P 02LBM à 33SDP	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	
	0401P à 0303P	Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	
	<u>Ouvrages annexes</u> 0501P à 05SEL 0303P à 0302P 0101P 01LBG 3401P à 34LCO 6301P et 3301P	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages. Activation de la dissolution du gypse par pompage en phase travaux *a priori* possible.	En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages. Mesures en phase conception permettant de limiter les volumes de pompage en phase travaux dans les ouvrages situés dans les zones sujettes à l'activation de la dissolution de gypse.
	0401P à 04SEB 0301P 0202P (yc 0201P) à 101P 0100P à 3402P 3304P à 3302P	Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages.

Domaine géologique	Ouvrages	Impacts	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact
Plaine de France	**3300P**	Impact potentiel faible . Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages.
	Gare de Sevran-Livry 05 SEL	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages. Activation de la dissolution du gypse par pompage en phase travaux *a priori* possible.	En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2, des injections de vides ou de zones décomprimées dans les Marnes et Caillasses pourraient être envisagées. Ces injections seraient prises en compte sur toute la hauteur des Marnes et Caillasses et de part et d'autres des parois moulées. Pour limiter le débit de pompage, une fiche hydraulique et un bouchon injecté sont prévus (cf chapitre relatif aux eaux souterraines partie E3 – chapitre V.6)
	Gare de Sevran-Beaudotte 04 SEB	Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	Des pré-injections de vides ou de zones décomprimées dans les Marnes et Caillasses sont prévues au niveau des parois moulées (toute hauteur des Marnes et Caillasses) et au niveau du radier (sur 9 m de hauteur). Les résultats complets des missions G12, G2a et G2 permettront d'affiner les traitements de terrains.
	Gare d'Aulnay 03ALN	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	Les sondages et reconnaissances réalisées en G12 n'ont pas mis en évidence de vides francs ou de zones décomprimées significatives. Aucune disposition constructive vis-à-vis du gypse n'est prévue à ce stade des études. Ces conclusions devront être confirmées à la réception des sondages G2.
	Gare du Blanc-Mesnil 02 LBM	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	Les sondages et reconnaissances réalisées en G12 n'ont pas mis en évidence de vides francs ou de zones décomprimées significatives. Aucune disposition constructive vis-à-vis du gypse n'est prévue à ce stade des études. Ces conclusions devront être confirmées à la réception des sondages G2.
	Gare du Bourget RER 01 LBG	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	Les sondages et reconnaissances réalisées en G12 n'ont pas mis en évidence de vides francs ou de zones décomprimées significatives : aucun traitement préalable n'est prévu au droit des parois moulées ou du radier du fait du risque de dissolution du gypse. Néanmoins un tel traitement pourrait être prévu, notamment pour les panneaux à proximité immédiate des voies du RER.
	Gare de la Courneuve « Six Routes » 34 LCO	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	Les sondages et reconnaissances réalisées en G12 n'ont pas mis en évidence de vides francs ou de zones décomprimées significatives. Aucune disposition constructive vis-à-vis du gypse n'est prévue à ce stade des études. Ces conclusions devront être confirmées à la réception des sondages G2.
	Gare de Saint-Denis Pleyel 33 SDP	Impact potentiel faible Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	Les sondages des missions G11 et G12 à 50 m autour de la gare n'ont pas détecté la présence de vides ni de zones de dissolution. Seules quelques anomalies centimétriques sont à noter sur les enregistrements de paramètres de forage. Aucune disposition constructive vis-à-vis du gypse n'est prévue à ce stade des études. Ces conclusions devront être confirmées à la réception des sondages G2.

5.3.4. Impacts du projet en phase exploitation et mesures associées

5.3.4.1. Description des impacts en phase exploitation

En phase d'exploitation, les impacts potentiels proviennent uniquement de la possible activation ou accélération de la dissolution du gypse existant liée à l'éventuelle modification de conditions d'écoulement des nappes au droit du tunnel ou des ouvrages annexes. Ces aspects sont présentés dans la partie E3 au chapitre V.6 « Eaux souterraines ».

Le risque résiduel de dissolution du gypse en phase exploitation proviendra alors de l'incertitude demeurant sur les situations potentielles pouvant être rencontrées et leur positionnement géographique.

5.3.4.2. Mesures d'appréciation du risque en phase exploitation

En phase exploitation, plusieurs mesures permettent de prévenir l'apparition de vides autour des ouvrages, afin d'assurer leur pérennité :

- inspections et opérations de maintenance spécifiques à la problématique d'apparition de vides autour des ouvrages pour assurer la pérennité des ouvrages. La fréquence de ces inspection sera à définir au cas par cas ;

- mesures et suivis du niveau piézométrique à proximité des ouvrages ;

- système d'auscultation : les inspections et opérations de maintenance seront accompagnées de la mise en place d'un système d'auscultation tout le long du tunnel (fibre optique au niveau des voussoirs) pour mesurer les déplacements éventuels. Dans le cas où les résultats des mesures gravimétriques s'avèreraient satisfaisant, cette méthode pourrait être reconduite avec l'établissement d'un état « zéro » à la réception de l'ouvrage ;

- renforcement local des équipements : des voussoirs équipés de douilles d'injection pourront également être disposés au droit des points sensibles permettant une injection complémentaire à travers ceux-ci. D'autres équipements (vis d'assemblages, renforcement du radier…) pourront également être envisagés pour limiter les déformations.

5.3.4.3. Description des impacts en phase exploitation et mesures associées par domaines géologiques

Comme déjà évoqué précédemment (chapitre : 5.3.3.2), l'analyse des données bibliographiques et les reconnaissances déjà réalisées ont permis de mettre en évidence :

- **des zones où le gypse est présent en bancs massifs** : sur le plateau de Clichy, aux alentours de la gare de Sevran-Livry et de l'ouvrage annexe 0501P ;

- **des zones où le gypse est présent sous forme diffuse dans les formations gypseuses** : dans la vallée de la Marne, et dans le reste de la Plaine de France.

Les reconnaissances complémentaires de la mission G2 en cours, ainsi que d'une mission anticipée « G2a » permettront de fiabiliser et circonscrire ces zones.

Les données disponibles à ce stade des études ont permis de retenir les dispositions présentées dans le tableau en pages suivantes. Cette synthèse des impacts liés à la dissolution du gypse est présentée par **domaines géologiques** (définis au chapitre 5.1.4).

Domaine géologique	Ouvrages	Impacts	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact
Plateau Briard	**Tunnel et ouvrages annexes**	Absence d'impact	Aucune
Vallée de la Marne	**Tunnel, ouvrages annexes et gare de Chelles**	Impact faible	Suivi piézométrique. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.
Plateau de Clichy	**Tunnel et ouvrages annexes et gare de Clichy-Montfermeil**	Impact faible	Suivi piézométrique. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.
Plaine de France	**Tunnel, ouvrages annexes et gare de Sevran-Livry** **Zone située entre 0502P et 0401P**	Impact faible	Suivi piézométrique. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active
	Tunnel, ouvrages annexes **Autres secteurs**	Absence d'impact	Aucune

5.3.5. Synthèse des impacts et mesures concernant la présence de gypse dans le sous-sol

La présence du gypse dans le sous-sol du projet, et les impacts qu'il peut engendrer par sa sensibilité à la dissolution constitue une contrainte majeure du projet.

Le gypse est présent sur la quasi-totalité du linéaire sous deux formes distinctes :

- soit en ayant laissé des vides ou des zones décomprimées pouvant engendrer des désordres en surface lors de la réalisation du projet ;
- soit sous forme de bancs de gypse, sensibles à la dissolution sous l'action de modifications de circulation de nappe en phase travaux (pompage) ou en phase exploitation (modification des conditions d'écoulement).

Les mesures prises vis-à-vis de cette contrainte sont identifiées à chaque phase :

- en conception, dans les choix des techniques et méthodes de construction (tunnelier, parois moulées étanches…)
- préalablement aux travaux : Après analyse des données (bibliographies et campagnes de reconnaissance G11 et G12) les ouvrages à ciel ouvert suivants nécessiteront le traitement préalable par injection des Marnes et Caillasses : **OA 0701P, Gare de Chelles 07CHL, 0605P, 0604P et la Gare de Sevran-Beaudottes** ;
- de même, afin de prévenir le phénomène de dissolution de gypse par pompage au niveau de la **gare de Sevran-Livry,** un bouchon injecté sera mis en place afin de réduire les débits de pompage en phase travaux ;
- en phase travaux, par des suivis et monitoring des constructions et bâtis environnants, ou le contrôle des pré-injections réalisées ;
- en phase exploitation, par la mise en place de mesures, suivis, et auscultations et le contrôle régulier des piézomètres de suivi.

5.4. Impacts liés à la présence d'anciennes carrières souterraines

5.4.1. Description du phénomène

Aucune carrière en activité n'est recensée dans le fuseau d'étude.

Des anciennes carrières ayant servies à l'extraction de matières premières variées (type : gypse pour le plâtre, marnes et craies pour le ciment ou la chaux, sables pour les industries…) sont situées à proximité du projet. Elles se répartissent en deux familles :

- **les carrières à ciel ouvert** sont remblayées après exploitation par du tout-venant. Ces terrains de remblaiement médiocres, potentiellement sous-consolidés et perméables peuvent être déstabilisés par un projet de type métro souterrain. Des tassements différentiels peuvent alors déstabiliser le bâti environnant ;
- **les carrières souterraines** (confortées par piliers à bras ou hagues et bourrages). Ces confortements laissent des vides qui peuvent fragiliser le sous-sol.

Les principaux faciès exploités sont les Masses et Marnes du Gypse pour l'utilisation du gypse ou le Calcaire Grossier pour son utilisation en construction.

A proximité du projet, le risque de carrière lié au Calcaire Grossier est très limité.

En revanche, l'exploitation du gypse, sur les versants de la butte de Clichy a engendré des carrières à proximité du projet principalement sur les communes de Livry-Gargan, Clichy-sous-Bois, Montfermeil et Chelles.

En outre, des cavités souterraines abandonnées, non minières, sont identifiées au sein du fuseau d'étude, principalement sur la commune de Chelles.

5.4.2. Stratégie générale de conception

Dès la phase conception, le parti est pris de supprimer au maximum le risque lié aux anciennes carrières en les contournant ou en s'en éloignant au maximum. La Société du Grand Paris a appliqué ce principe sur l'ensemble du tracé lorsque cela était compatible avec les objectifs de desserte du projet.

Le tracé en plan du projet cherche donc autant que possible à éviter la traversée de zones de carrières (démarche identique pour les carrières souterraines et les carrières à ciel ouvert). Le tracé des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord ne rencontre aucune carrière répertoriée par l'Inspection générale des carrières (IGC), ni aucune cavité recensée par la base de données BDcavité.

Néanmoins, certaines carrières ou cavités répertoriées sont situées dans le fuseau d'étude à proximité du tracé du projet sans pour autant se trouver à l'aplomb de celui-ci. L'appréciation de l'incidence potentielle des anciennes carrières souterraines nécessite un calage précis du modèle géologique. À cette fin, dans le cadre de la campagne G2a, des diagraphies instantanées des paramètres de foration de sondages destructifs ont été réalisées en vue de préciser le « risque anciennes carrières » le long du tronçon.

Pour ces secteurs, identifiés dans les chapitres suivants, des mesures de conception ont été prises :

- **pour les carrières à ciel ouvert remblayées**, le profil en long du tunnel est adapté afin que l'épaisseur de terrain au-dessus de la voûte du tunnel soit suffisante pour que les tassements soient non significatifs pour le bâti sus-jacent. En cas de remblaiement très médiocres de la carrière à ciel ouvert, des traitements de terrains seront mis en place ;

- **pour les carrières souterraines**, le profil en long du tunnel est ajusté afin que la distance entre la voûte du tunnel et la base des carrières soit suffisante afin de préserver l'intégrité des carrières. Cette distance a été ajustée selon la nature du terrain, afin de conserver une épaisseur suffisante de terrain de bonne qualité au-dessus du tunnel.

5.4.3. Impacts du projet en phase travaux et mesures associées

5.4.3.1. Impacts et mesures génériques

Impacts potentiels

La réalisation d'un projet de type métro souterrain à proximité immédiate de carrières peut potentiellement générer les impacts suivants :

- **les carrières à ciel ouvert**, souvent remblayées par des matériaux de mauvaise qualité, présentent l'inconvénient de constituer des terrains de surface médiocres, sous-consolidés. Le passage du tunnelier sous des terrains sous-consolidés peut engendrer des **tassements en surface** difficilement compatibles avec le bâti sus-jacent ;

- **les anciennes carrières souterraines** constituent des ouvrages fragiles. Le passage du tunnelier ou la réalisation de travaux à proximité de ces dernières, et donc la modification du milieu en termes de contraintes dans le sol notamment, peut engendrer la remise en cause de l'équilibre précaire des carrières. Les instabilités susceptibles d'apparaître se situent principalement en ciel de carrière (toit de la carrière) pouvant aller jusqu'à des effondrements progressifs de la voûte, voire à des fontis remontant en surface.

Ainsi, la réalisation d'un projet de type métro souterrain à proximité d'anciennes carrières souterraines est susceptible de **créer des désordres** sur ces dernières, engendrant ainsi des décompressions dans le sol et donc des **tassements** pouvant remonter en surface et impacter les avoisinants (bâti, réseaux et infrastructures situés à l'aplomb des zones concernées).

Mesures concernant la stabilité du bâti

- **Mesures préventives en phase étude**

À partir des données d'entrée résultant des études géotechniques, une Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) a été définie.

Sur l'ensemble des ouvrages de la ZIG, une enquête « cave et fondations » est en cours. Cette enquête consiste à collecter un maximum d'informations concernant les avoisinants au travers de recherches documentaires et administratives et de visites sur site.

À l'issue de cette enquête, le niveau de sensibilité intrinsèque des bâtis aux déformations sera défini.

- **Mesures préventives en phase travaux**

Les mesures suivantes seront mises en œuvre en phase travaux en fonction de la vulnérabilité des bâtis définie dans la phase étude :

- Bâti Peu Vulnérable : pas d'action particulière définie à l'exception d'un examen visuel régulier ;

- Bâti Vulnérable : mise en place d'un suivi et d'une instrumentation spécifique ;

- Bâti Très Vulnérable : travaux de confortement, instrumentation spécifique et étude particulière de l'impact du creusement.

Mesures de traitement du risque

- **Préalablement aux travaux**

Lorsque la présence de carrières souterraines est avérée et si leur état ou leur enjeu vis-à-vis du projet le nécessite, des mesures de traitement du risque adaptées à chaque secteur, seront mises en place. Plusieurs techniques sont possibles, le traitement retenu dépendra de différents paramètres dont :

- la distance entre la carrière et le tunnel ;

- le mode de stabilisation pré-existant de la carrière ;

- l'état de la carrière ;

- la densité du bâti en surface ;

- la nature des terrains sus-jacents et leur état de décompression.

Deux grandes techniques de traitement seront mises en œuvre si nécessaire :

- **comblement à pied d'œuvre** : réalisation du comblement depuis les galeries des carrières, mise en place de murs masques et remplissage par mortier à l'arrière.

- **injections depuis la surface grâce à des forages** afin de combler les carrières avant la réalisation du tunnel. Deux techniques se distinguent : le remblaiement par déversement gravitaire puis clavage depuis la surface où le remplissage et traitement des terrains par injection sous pression.

Enfin, lorsque le traitement des carrières est rendu compliqué par l'impossibilité d'y accéder et/ou le manque d'emprise en surface, la mise en place de mesure de confortement des bâtis (reprise en sous-œuvre par exemple) sera envisagée.

- **Suivi en phase travaux**

Pour vérifier que les mesures mises en œuvre en cas d'injection sont efficaces, des sondages de contrôle des traitements seront réalisés.

Par ailleurs, si nécessaire, une méthode d'observation de surface pourra être installée dans ces zones. L'auscultation pourra être mise en place pendant la phase de préparation des travaux pour bénéficier d'une période de suivi préalable suffisamment représentative (environ une année avant le début des travaux de génie civil), afin de mesurer la respiration naturelle du bâti et des ouvrages, et pourra être maintenue en phase travaux. Des visites préalables seront nécessaires pour déterminer le type de suivi (fissuromètres, mesure de convergences, etc…) à mettre en place et déterminer les paramètres à suivre.

Dans cette phase, tous les bâtiments de hauteur importante ainsi que les avoisinants classés comme vulnérables seront suivis.

Dans le cas de dépassement de valeurs seuils qui seront définies au cas par cas en fonction de la vulnérabilité des ouvrages ou du bâti avoisinant, les méthodes constructives seront immédiatement adaptées, le but étant de maîtriser complètement les déformations du sol et des avoisinants.

5.4.3.2. Impacts et mesures par secteurs

Le tableau ci-après synthétise les mesures prises en compte par secteur pour la problématique carrière. Les cartes de synthèses présentées au chapitre 5.6 localisent les carrières situées dans le fuseau d'étude.

Secteurs	Ouvrages	Impacts	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact
Noisy-Champs / Chelles	Jusqu'à l'OA 0702P	Absence d'impact	Aucune
	Commune de Chelles	Absence d'impact : pas de cavités répertoriées à proximité du fuseau d'études.	Aucune
Chelles / Clichy Montfermeil	Jusqu'à l'OA 0605P	Absence d'impact : Pas de cavités répertoriées à proximité du fuseau d'étude	Aucune
	Proche OA 0605P	Impact faible : ancienne carrière distantes du tracé sur la commune de Chelles : carrière de la Montagne du Fort) Impact bâti de surface possible dans la cuvette de tassement du tunnelier.	**Si nécessaire :** → Reprise en sous-œuvre des bâtis ou voiries impactés. → Confortement par injection des zones de faiblesse rencontrées.
	Proche OA 0603P	Impact modéré : ancienne carrière Beauzet à proximité désordres possibles en surface. Tassements ou déformation possibles des avoisinants.	→ Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection ou comblements possibles. **Si nécessaire :** → Reprise en sous-œuvre des bâtis ou voiries impactés. → Confortement par injection des zones de faiblesse rencontrées.
	De l'OA 0605P à l'OA 0504P	Absence d'impact : Pas de cavité répertoriée à proximité du fuseau d'études.	Aucune
	De l'OA 0504P à l'OA 0503P	Impact modéré : désordres possibles en surface (3 anciennes carrières à proximité : - **Leclaire** (Clichy-sous-Bois) - Carrière **Rabourdi** (Livry-Gargan) - Carrière **Aubry** (Livry-Gargan). Tassements ou déformation possibles des avoisinants.	→ Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection ou comblements possibles. **Si nécessaire :** → Reprise en sous-œuvre des bâtis ou voiries impactés. → Confortement par injection des zones de faiblesse rencontrées.
Secteur Sevran-Livry / Sevran Beaudottes	Tous les ouvrages	Absence d'impact	Aucune
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Tous les ouvrages	Absence d'impact	Aucune
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Tous les ouvrages	Absence d'impact : pas de cavités répertoriées à proximité du fuseau d'études.	Aucune

5.4.4. Impacts du projet en phase exploitation et mesures associées

En phase exploitation, les impacts potentiels résident dans l'apparition de tassements différentiels qui peuvent se produire au fur et à mesure de l'usage des ouvrages.

En cas de non stabilisation ou dépassements des seuils de déformations attendus à moyen terme, le suivi des déformations de bâtis vulnérables, ou situés à proximité des zones identifiées mis en place en phase pourra être poursuivi au-delà de la phase travaux. La durée du suivi après travaux sera définie en fonction de la stabilisation des mesures.

Dans le cas de dépassement des valeurs seuils définies lors de la mise en place du suivi, des renforcements, injections de sols ou confortements des ouvrages seront mis en œuvre.

5.4.5. Synthèse des impacts et mesures concernant la présence de carrières et de cavités.

Outre le danger que représente la présence d'une carrière ou d'une cavité à proximité du tracé pour la réalisation du projet en lui-même, elle constitue également un enjeu pour les bâtis ou les installations diverses : réseaux, voiries, etc… En effet, après exploitation des ressources, ces ouvrages, à ciel ouvert ou souterrains, ont parfois été remblayés par des matériaux peu compactés, ou ont été laissés en l'état.

La réalisation du projet pourrait donc déstabiliser ces zones instables et engendrer des désordres en surface, en provoquant : tassements, effondrements. Néanmoins, le recensement des cavités et anciennes carrières existantes a démontré que le risque est très localisé.

Après localisation des différentes carrières et cavités dans le fuseau d'étude, la première mesure est prise dès la conception : le tracé évite autant que possible les zones identifiées.

Ensuite, il est prévu si besoin, l'injection de renforcement ou le comblement des carrières ou cavités à proximité du projet ainsi que le suivi des déformations en surface par instrumentation des bâtis les plus impactés. En cas de dépassement des seuils, le renforcement des bâtis pourra être nécessaire.

5.5. Impacts liés aux mouvements de terrain

5.5.1. Description du phénomène

Les mouvements de terrains résultent d'affaissements de formations superficielles en zone de pente, en liaison avec des phénomènes hydrauliques ou de réactivation mécanique le long de plan de failles pour les formations profondes. Dans le fuseau d'étude il s'agit uniquement **de glissements de terrain superficiels** correspondant à un déplacement de terrains meubles ou rocheux le long d'une surface de rupture. Ce phénomène est localisé à la commune de Montfermeil, sur les versants du plateau de Clichy.

5.5.2. Impacts du projet et mesures associées

5.5.2.1. Impacts potentiels

La réalisation d'un projet type métro à proximité directe de zones vulnérables vis-à-vis des mouvements de terrain peut potentiellement déclencher des glissements ou des effondrements des sols. Ces mouvements de terrain sont susceptibles d'impacter :

- **les bâtis et leurs fondations** (tassements, fissurations, dégradations…) ;
- **Le fonctionnement d'installations diverses** (réseaux, voie routières, …) pouvant engendrer des accidents.

Néanmoins, les glissements de terrains répertoriés **sur le versant Sud de la Butte de Clichy** concernent des formations superficielles (éboulis de pente et colluvions). La mise en mouvement dans ces formations est toujours liée à des mises en charge par des phénomènes hydrauliques et en aucun cas par des phénomènes vibratoires.

Le tracé du projet se situant en profondeur dans les Masses et Marnes de Gypse, le passage du tunnelier ne peut pas générer de réactivation de glissements dans les formations superficielles sus-jacentes.

D'autre part les formations profondes des Masses et Marnes de Gypse ne sont pas sujettes aux glissements profonds par réactivation de plans de failles.

5.5.2.2. Mesures

Aucune mesure spécifique n'est prise en compte, le risque d'apparition d'un glissement de terrain superficiel étant nul.

5.5.3. Synthèse des impacts et mesures concernant les mouvements de terrain

Les mouvements de terrain identifiés au sein du fuseau d'étude concernent **des glissements de terrain superficiels** au sein des colluvions ou des éboulis de pente. Les glissements de terrain localisés sur le versant sud de la Butte de Clichy représentent un enjeu nul.

Le tracé du projet passant en profondeur dans cette zone, aucun impact particulier n'est attendu.

5.6. Impacts liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles de surface

5.6.1. Description du phénomène

Les formations argileuses de surface sont naturellement soumises aux variations de teneur en eau. Ces variations affectent la consistance mais également le volume de l'épaisseur argileuse.

Ces phénomènes se produisent essentiellement à proximité de la surface, où la teneur en eau des argiles est soumise à de fortes variations, gouvernées par les conditions météorologiques (périodes de sécheresse notamment), mais aussi par la végétation (système racinaire) et l'activité humaine (imperméabilisation des surfaces, pompages ou arrosages…).

La réalisation du projet de métro du Grand Paris, et notamment des aménagements de surface, peut modifier les conditions d'écoulement de surface et accentuer ce phénomène.

Les formations de surface concernées par le phénomène de retrait-gonflement sont les suivantes :

- Limons de plateaux ;
- Argiles Vertes ;
- Marnes à Pholadomyes (infra-gypseuses) ;
- Marnes de Pantin et d'Argenteuil (supra-gypseuses) ;
- Masses et Marnes du Gypse.

Le PPRn lié au retrait-gonflement des argiles identifie les zones principalement concernées (aléa « fort ») ; il s'agit des **versants du plateau Briard et de la butte de Clichy** où les Argiles Vertes sont présentes en surface.

Localement quelques secteurs sont identifiés en aléa « moyen » : autour de la gare du Blanc-Mesnil, de la gare du Bourget RER et à partir de l'ouvrage 3302P jusqu'à la gare de Saint-Denis Pleyel principalement lorsque les Marnes à Pholadomyes sont affleurantes.

5.6.2. Stratégie générale de conception

Le projet en lui-même est en interaction directe avec les formations sujettes au gonflement. La conception considère cet aléa par des dispositions spécifiques telles que : le choix des techniques de réalisation des boites des ouvrages (en parois moulées étanches) ou la mise en place d'un vide sanitaire au niveau du radier de certains ouvrages par exemple. Les parois moulées du fait de leur ancrage profond dans des formations non sujettes au retrait-gonflement permettent de s'affranchir de ce phénomène.

En outre, des essais de laboratoire sont prévus pour préciser cette conception.

5.6.3. Impacts du projet et mesures associées

5.6.3.1. Impacts potentiels et mesures génériques

Impacts potentiels

Les variations de volume générées par le retrait des argiles provoquent des **tassements** qui se manifestent par **des désordres sur les ouvrages vulnérables**. Les ouvrages dits vulnérables sont ceux présentant notamment des fondations superficielles : semelle, dalles ou dallage, sans dispositions type : vides sanitaires, permettant d'amortir le phénomène.

A contrario, le phénomène de gonflement peut provoquer des **soulèvements** ou des **sur-contraintes**.

L'impact potentiel lié au projet étant dû aux modifications des conditions d'écoulement de surface, les impacts sont localisés autour des ouvrages ayant une émergence : ouvrages annexes et gares.

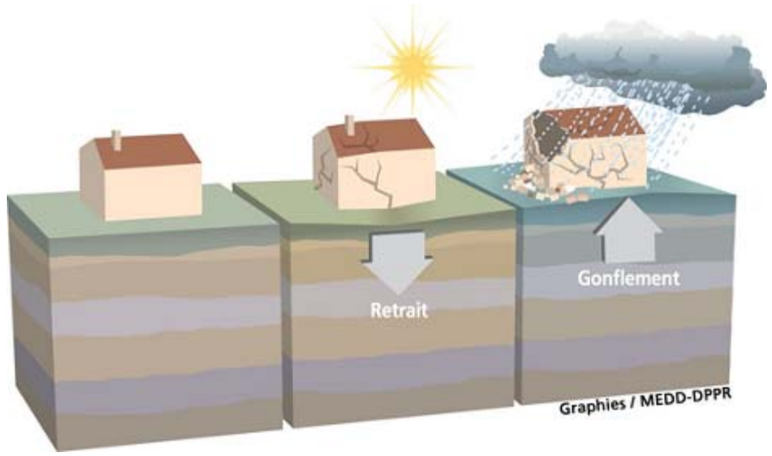


Illustration schématique du phénomène de retrait-gonflement des argiles (Source : nord.gouv.fr)

Mesures en phase travaux

Concernant les impacts en surface, les mesures à envisager concernent **l'aménagement de surface**. L'étanchéité des terrains et la canalisation des écoulements de surface pourront être mises en place pour éviter le phénomène de gonflement des argiles.

Ces choix devront être faits en fonction de la vulnérabilité des ouvrages situés à proximité, du réaménagement de surface envisagé et de l'état initial d'imperméabilisation des sols.

Mesures de suivi en phase travaux et en phase d'exploitation

En amont et pendant la phase travaux, une auscultation des zones sensibles sera réalisée pour définir la respiration naturelle des bâtis et en phase exploitation pour suivre les éventuelles déformations induites pas le projet.

5.6.3.2. Impact et mesures par secteurs

D'après les données cartographiques issues de la base Infoterre du BRGM, l'aléa retrait-gonflement des argiles en surface est le suivant :

- faible pour les formations alluvionnaires de la Plaine de France et de la vallée de la Marne ;
- moyen pour la plupart des formations tertiaires à l'affleurement et pour les limons des plateaux (formation superficielle venant recouvrir localement les formations tertiaires) ;
- fort pour la formation de l'Argile verte sur la partie haute des reliefs de Clichy et de Noisy-Champs.

Les impacts et mesures associées à la réalisation des ouvrages avec émergence ou des projets connexes du projet vis-à-vis du phénomène « retrait-gonflement » sont détaillés dans les tableaux ci-après.

Secteurs	Ouvrages	Impacts	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact
Noisy-Champs / Chelles	**Gares et ouvrages annexes avec émergence / travaux connexes ou travaux de surface**	Impact potentiel faible. Tassements de surface et désordres possibles des bâtis vulnérables avoisinants.	Mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux lors des aménagements de surface.
Chelles / Clichy Montfermeil	**Gares et ouvrages annexes avec émergence / travaux connexes ou travaux de surface**	Impact potentiel modéré Tassements de surface et désordres possibles des bâtis avoisinants.	Mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux lors des aménagements de surface. Suivi par instrumentation des avoisinants vulnérables.
Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	**Gares et ouvrages annexes avec émergence / travaux connexes ou travaux de surface**	Impact potentiel faible. Tassements de surface et désordres des bâtis vulnérables avoisinants.	Mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux lors des aménagements de surface.
Aulnay / Le Bourget RER	**Gares et ouvrages annexes avec émergence / travaux connexes ou travaux de surface**	Impact potentiel faible. Tassements de surface et désordres des bâtis vulnérables avoisinants.	Mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux lors des aménagements de surface.
La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	**Gares et ouvrages annexes avec émergence / travaux connexes ou travaux de surface**	Impact potentiel faible. Tassements de surface et désordres des bâtis vulnérables avoisinants.	Mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux lors des aménagements de surface.

5.7. Synthèse des impacts sur la géologie et mesures associées

Les tableaux en pages suivantes synthétisent et hiérarchisent les effets du projet relatifs à la géologie, tant en phase travaux, qu'en phase exploitation.

Ils rappellent les niveaux d'enjeux identifiés au stade de l'analyse de l'état initial pour chacune des thématiques où des effets directs ou indirects ont été analysés. Ces niveaux d'enjeux sont ceux extraits du Chapitre E IV-4 – Géologie et risques associés de l'étude d'impact :

Pour chaque thématique le tableau présente successivement dans les colonnes suivantes :

- L'impact brut du projet ;
- Les mesures d'évitement ou de réduction d'impact mises en œuvre ;
- L'impact résiduel du projet après mesures d'évitement ou de réduction d'impact ;
- Et si besoin, les mesures de compensation prévues si l'impact résiduel reste non acceptable.

5.7.1. Dissolution du gypse

Les critères de hiérarchisation des impacts sont rappelés dans la grille ci-dessous.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort ou très fort
Critères de hiérarchisation	- Pas de gypse. - Pas de zones décomprimées ou de vides détectés.	- Présence de légères épaisseurs décomprimées - Présence de gypse diffus.	- Présence d'épaisseurs décomprimées ou de vides d'ampleur limitée. - Présence de gypse en bancs d'épaisseur moyenne à faible sans activation de la dissolution par pompage en phase travaux.	- Présence d'épaisseurs décomprimées - Présence de gypse en bancs d'épaisseur moyenne à forte avec activation possible de la dissolution par pompage en phase travaux.

5.7.1.1. Impacts et mesures en phase travaux

Domaine géologique	Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Plateau Briard	**Tunnel** **De Avant gare de Noisy-Champs à 0704P**	***Plateau Briard :*** **Absence de gypse et de zones de dissolution.**	**Absence d'impact**	**Aucun**	**Nul**	**Sans objet**
	De 0704P à 0703P	***Versant du plateau Briard*** **Quelques zones décomprimées**	**Impact potentiel modéré** **Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la cuvette de tassements engendrée par le tunnelier.**	**En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 :** **→ Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier** **→ Suivi des déformations** **→ Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis** **→ Injection gravitaire préalable.**	**Nul**	**Sans objet**
	Ouvrages annexes	**Présence de zones décomprimées dans les Calcaires de Saint-Ouen**	**Impact potentiel fort** **Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.**	**En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 :** **→ Suivi des déformations** **→ Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis** **→ Injection gravitaire préalable.**	**Nul**	**Sans objet**
Vallée de la Marne	**Tunnel**	***Vallée de la Marne*** **Présence de zones décomprimées liées à la dissolution du gypse dans les Marnes et Caillasses**	**Impact potentiel fort** **Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la cuvette de tassements engendrée par le tunnelier.**	**En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 :** **→ Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier** **→ Suivi des déformations** **→ Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis** **→ Injection gravitaire préalable aux travaux**	**Risque résiduel faible de dissolution du gypse**	**Suivi piézométrique. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.**

	Ouvrages annexes et gare de Chelles	***Vallée de la Marne*** **Présence de zones décomprimées liées à la dissolution du gypse dans les Marnes et Caillasses**	**Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.**	**En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages, Injection pour l'instant prévue pour les ouvrages suivants : - OA 0701P - Gare de Chelles 07CHL - OA 0605P - OA 0604P**		
Plateau de Clichy	**Tunnel De 0603P à 0504P**	***Versant Sud et plateau de Clichy*** **Epaisseurs décomprimées liées à la dissolution du gypse des Masses et Marnes du Gypse. Présence de bancs de gypse.**	**Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la cuvette de tassements engendrée par le tunnelier. Pas d'activation de la dissolution attendue.**	**En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier ; → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages.**	**Nul**	**Suivi piézométrique. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.**
	Tunnel De 0504P à 0502P	***Versant Nord du Plateau de Clichy*** **Epaisseurs décomprimées liées à la dissolution du gypse des Masses et Marnes du Gypse. Présence de bancs de gypse.**	**Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la cuvette de tassements engendrée par le tunnelier. Pas d'activation de la dissolution attendue.**			
	Ouvrages annexes	***Plateau et versants de la butte de Clichy*** **Epaisseurs décomprimées liées à la dissolution du gypse des Masses et Marnes du Gypse. Présence de bancs de gypse.**	**Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages. Pas d'activation de la dissolution attendue car peu de pompage.**			
	Gare de Clichy-Montfermeil 06CMF	***Plateau de Clichy*** **Epaisseurs décomprimées liées à la dissolution du gypse des Masses et Marnes du Gypse. Zone de fontis possible. Présence de bancs de gypse.**	**Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages. Pas d'activation de la dissolution du gypse car pas de pompage en phase travaux.**			
Plaine de France	**Tunnel 0502P à 05SEL 0202P à 02LBM Raccordement SMI/SMR 33SDP à 3300P et 6302P**	**Epaisseurs décomprimées liées à la dissolution du gypse des Marnes et Caillasses.**	**Impact potentiel faible**	**En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier ; → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection gravitaire préalable aux travaux.**	**Nul**	**Suivi piézométrique. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.**
	05SEL à 0401P 0303P à 0202P 02LBM à 33SDP	**Epaisseurs décomprimées liées à la dissolution du gypse des Marnes et Caillasses.**	**Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.**	**En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 : → Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier ; → Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection gravitaire préalable aux travaux.**	**Nul**	**Suivi piézométrique. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.**
	0401P à 0303P	**Epaisseurs décomprimées liées à la dissolution du gypse des Marnes et Caillasses. Tracé du tunnel proche des faciès concernés.**	**Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.**			

	<u>Ouvrages annexes</u> **0501P à 05SEL** **0303P à 0302P** **0101P 01LBG** **3401P à 34LCO** **6301P** **3301P**	**Epaisseurs décomprimées liées à la dissolution du gypse des Marnes et Caillasses**	**Impact potentiel modéré** **Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.** **Activation de la dissolution du gypse par pompage en phase travaux *a priori* possible.**	**En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 :** **→ Suivi des déformations ;** **→ Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ;** **→ Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages.** **Mesures en phase conception permettant de limiter les volumes de pompage en phase travaux dans les ouvrages situés dans les zones sujettes à l'activation de la dissolution de gypse.**	**Nul**	**Suivi piézométrique.** **Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.**
	0401P à 04SEB **0301P** **De 0202P (y compris 0201P) à 101P** **100P à 3402P** **3304P à 3302P**	**Epaisseurs décomprimées liées à la dissolution du gypse des Marnes et Caillasses.**	**Impact potentiel fort** **Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.**	**En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2 :** **→ Suivi des déformations ;** **→ Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ;** **→ Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages.**	**Nul**	**Suivi piézométrique.** **Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.** **.**
	3300P	**Epaisseurs décomprimées liées à la dissolution du gypse dans les Calcaires de Saint-Ouen et les Marnes et Caillasses**	**Impact potentiel faible** **Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.**			
Plaine de France	**<u>Gare de Sevran-Livry 05 SEL</u>**	Présence de gypse ou de zones de dissolution dans les Marnes et Caillasses	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages. Activation de la dissolution du gypse par pompage en phase travaux *a priori* possible.	En fonction des résultats complets des missions G12, G2a et G2, des injections de vides ou de zones décomprimées dans les Marnes et Caillasses pourraient être envisagées. Ces injections seraient prises en compte sur toute la hauteur des Marnes et Caillasses et de part et d'autres des parois moulées. Pour limiter le débit de pompage, une fiche hydraulique et un bouchon injecté sont prévus (cf chapitre relatif aux eaux souterraines partie E3– chapitre V.6)	**Nul**	Suivi piézométrique. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.
	<u>Gare de Sevran-Beaudotte 04 SEB</u>	Présence de gypse ou de zones de dissolution dans les Marnes et Caillasses	Impact potentiel fort Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	Des pré-injections de vides ou de zones décomprimées dans les Marnes et Caillasses sont prévues au niveau des parois moulées (toute hauteur des Marnes et Caillasses) et au niveau du radier (sur 9 m de hauteur). Les résultats complets des missions G12, G2a et G2 permettront d'affiner les traitements de terrains.		
Plaine de France	**<u>Gare d'Aulnay 03ALN</u>**	Présence de gypse ou de zones de dissolution dans les Marnes et Caillasses	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	Les sondages et reconnaissances réalisées en G12 n'ont pas mis en évidence de vides francs ou de zones décomprimées significatives. Aucune disposition constructive vis-à-vis du gypse n'est prévue à ce stade des études. Ces conclusions devront être confirmées à la réception des sondages G2.	**Nul**	Suivi piézométrique. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.
	<u>Gare du Blanc-Mesnil 02 LBM</u>	Présence de gypse ou de zones de dissolution dans les Marnes et Caillasses	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.			
	<u>Gare du Bourget RER 01 LBG</u>	Présence de gypse ou de zones de dissolution dans les Marnes et Caillasses	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	Les sondages et reconnaissances réalisées en G12 n'ont pas mis en évidence de vides francs ou de zones décomprimées significatives : aucun traitement préalable n'est prévu au droit des parois moulées ou du radier du fait du risque de dissolution du gypse. Néanmoins un tel traitement pourrait être prévu, notamment pour les panneaux à proximité immédiate des voies du RER.		

	Gare de la Courneuve « Six Routes » 34 LCO	Présence de gypse ou de zones de dissolution dans les Calcaires de Saint-Ouen ou les Marnes et Caillasses.	Impact potentiel modéré Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	Les sondages et reconnaissances réalisées en G12 n'ont pas mis en évidence de vides francs ou de zones décomprimées significatives. Aucune disposition constructive vis-à-vis du gypse n'est prévue à ce stade des études. Ces conclusions devront être confirmées à la réception des sondages G2.		
	Gare de Saint-Denis Pleyel 33 SDP	Présence de gypse ou de zones de dissolution dans les Calcaires de Saint-Ouen ou les Marnes et Caillasses.	Impact potentiel faible Tassements ou déformation possibles des avoisinants dans la zone d'influence des ouvrages.	Les sondages des missions G11 et G12 à 50 m autour de la gare n'ont pas détecté la présence de vides ni de zones de dissolution. Seules quelques anomalies centimétriques sont à noter sur les enregistrements de paramètres de forage. Aucune disposition constructive vis-à-vis du gypse n'est prévue à ce stade des études. Ces conclusions devront être confirmées à la réception des sondages G2.		

5.7.1.2. Impacts et mesures en phase exploitation

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Pas de gypse détecté	Présence de gypse diffus sur de faibles épaisseurs avec nappe active	Présence de gypse en banc de faible épaisseur avec nappe active	Présence de gypse en banc de forte épaisseur avec nappe active

Domaine géologique	Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Plateau Briard	**Tunnel et ouvrages annexes**	*Plateau Briard* Absence de gypse	Absence d'impact	Aucun	Aucun	Sans objet
Vallée de la Marne	**Tunnels, ouvrages annexes et gare de Chelles**	Présence de gypse diffus sur de faibles épaisseurs	Impact faible	Contrôle des piézomètres. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.	Aucun	Sans objet
Plateau de Clichy	**Tunnel ouvrages annexes et gare de Clichy-Montfermeil**	Présence de gypse en bancs massifs sur de fortes épaisseurs dans les Masses et Marnes de Gypse. Nappe peu active.	Impact faible : à long terme dissolution possible des bancs par modification des conditions de circulation des eaux souterraines.	Contrôle des piézomètres. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active. Prise en compte de dispositions constructives spécifiques si les modèles hydrogéologiques indiquent un réel impact.	Aucun	Sans objet
Plaine de France	**Tunnel et ouvrages annexes** **Zone située entre 0502P et 0401P**	Présence de gypse en bancs massifs dans les Marnes et Caillasses (Front de dissolution du gypse des Marnes et Caillasses)	Impact faible : à long terme : Les simulations hydrodynamiques ayant montré de très faibles modifications de conditions d'écoulement (vitesse et sens) : pas d'impact, car pas de modification du phénomène de dissolution naturel. (Voir Volet D – chapitre VI).	Contrôle des piézomètres. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.	Aucun	Sans objet
	Tunnel et ouvrages annexes **Autres secteurs**	Présence de gypse diffus en faible épaisseur dans les Marnes et Caillasses	Absence d'impact	Aucun	Aucun	Sans objet

5.7.2. Présence d'anciennes carrières

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Hors faciès concerné par une exploitation. Pas de cavité répertoriée.	Présence de faciès concernés par l'exploitation de matériaux mais absence de zone de carrière identifiée. Cavité répertoriée à plus de 200 m du tracé	Carrière identifiée à proximité du projet (dans le fuseau d'étude) Cavité identifiée à moins de 2000 m du tracé	Carrière identifiée à proximité du tracé. Cavité identifiée à l'aplomb du tracé.

Secteur	Sous-secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel	Mesure de compensation
Noisy-Champs / Chelles	**Jusqu'à l'OA 0702P**	Pas d'exploitation de matériaux dans ce secteur géologique. Pas de cavité répertoriée	Absence d'impact	Aucun	Aucun	Aucun
	Commune de Chelles	Présence d'anciennes carrières sur la commune de Chelles.	Absence d'impact : Pas de cavités répertoriées à proximité du fuseau d'études.	Aucun	Aucun	Aucun
Chelles / Clichy-Montfermeil	**Jusqu'à OA 0605P**	Présence d'anciennes carrières sur les communes de Chelles et Clichy-sous-Bois.	Absence d'impact : Pas de cavités répertoriées à proximité du fuseau d'étude	Aucun	Aucun	Aucun
	Proche OA 0605P	Cavités répertoriées par Infoterre 1 cavité dans le fuseau d'étude sur la commune de Chelles : cavité de Montagne du Fort	Impact faible: carrière à 500 m environ du tracé Impact bâti de surface possible dans la cuvette de tassement du tunnelier.	Si nécessaire : → Reprise en sous-œuvre des bâtis ou voiries impactés. → Confortement par injection des zones de faiblesse rencontrées.	Aucun	Sans objet
	Proche OA 0603P	Cavités répertoriées par Infoterre : une cavité dans le fuseau d'étude sur la commune de Chelles : cavité Beauzet à 100 m environ du tracé	Impact modéré : désordres possibles en surface. Tassements ou déformation possibles des avoisinants.	→ Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection ou comblements possibles. Si nécessaire : → Reprise en sous-œuvre des bâtis ou voiries impactés. → Confortement par injection des zones de faiblesse rencontrées.	Aucun	Sans objet
	De l'OA 0605P à l'OA 0504P	Présence d'anciennes carrières sur les communes de Chelles et Clichy-sous-Bois.	Absence d'impact : Pas de cavité répertoriée à proximité du fuseau d'études.	Aucun	Aucun	Sans objet
	De l'OA 0504P à l'OA 0503P	Anciennes carrières d'exploitation du gypse répertoriée à proximité : - Carrière **Leclaire** (Clichy-sous-Bois) à environ 100 m du tracé - Carrière **Rabourdin** (Livry-Gargan) à environ 100 m du tracé - Carrière **Aubry** (Livry-Gargan) à environ 400 m du tracé	Impact modéré : Désordres possibles en surface. Tassements ou déformation possibles des avoisinants.	→ Suivi des déformations ; → Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ; → Injection ou comblements possibles. Si nécessaire : → Reprise en sous-œuvre des bâtis ou voiries impactés. → Confortement par injection des zones de faiblesse rencontrées.	Aucun	Sans objet
Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes		Pas d'exploitation de matériaux dans ce secteur géologique. Pas de cavité répertoriée	Absence d'impact	Aucun	Aucun	Sans objet
Aulnay / Le Bourget RER		Pas d'exploitation de matériaux dans ce secteur géologique. Pas de cavité répertoriée	Absence d'impact	Aucun	Aucun	Sans objet
La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel		Pas d'exploitation de matériaux dans ce secteur géologique. Pas de cavité répertoriée	Absence d'impact : pas de cavités répertoriées à proximité du fuseau d'études.	Aucun	Aucun	Sans objet

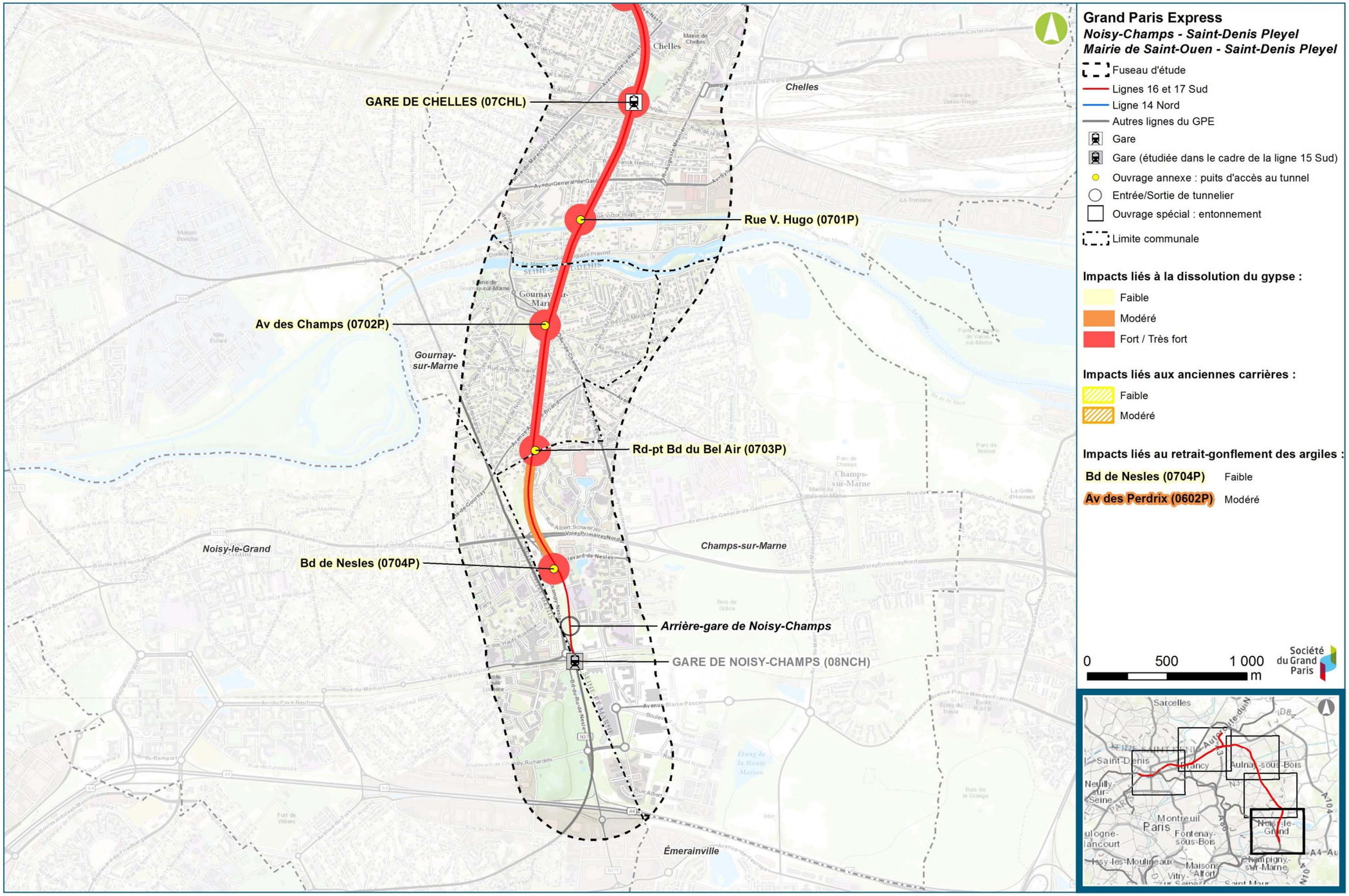
5.7.3. Retrait gonflement

Le phénomène de retrait gonflement concerne les gares et ouvrages annexes avec émergence, pour tous les travaux connexes ou les travaux de surface.

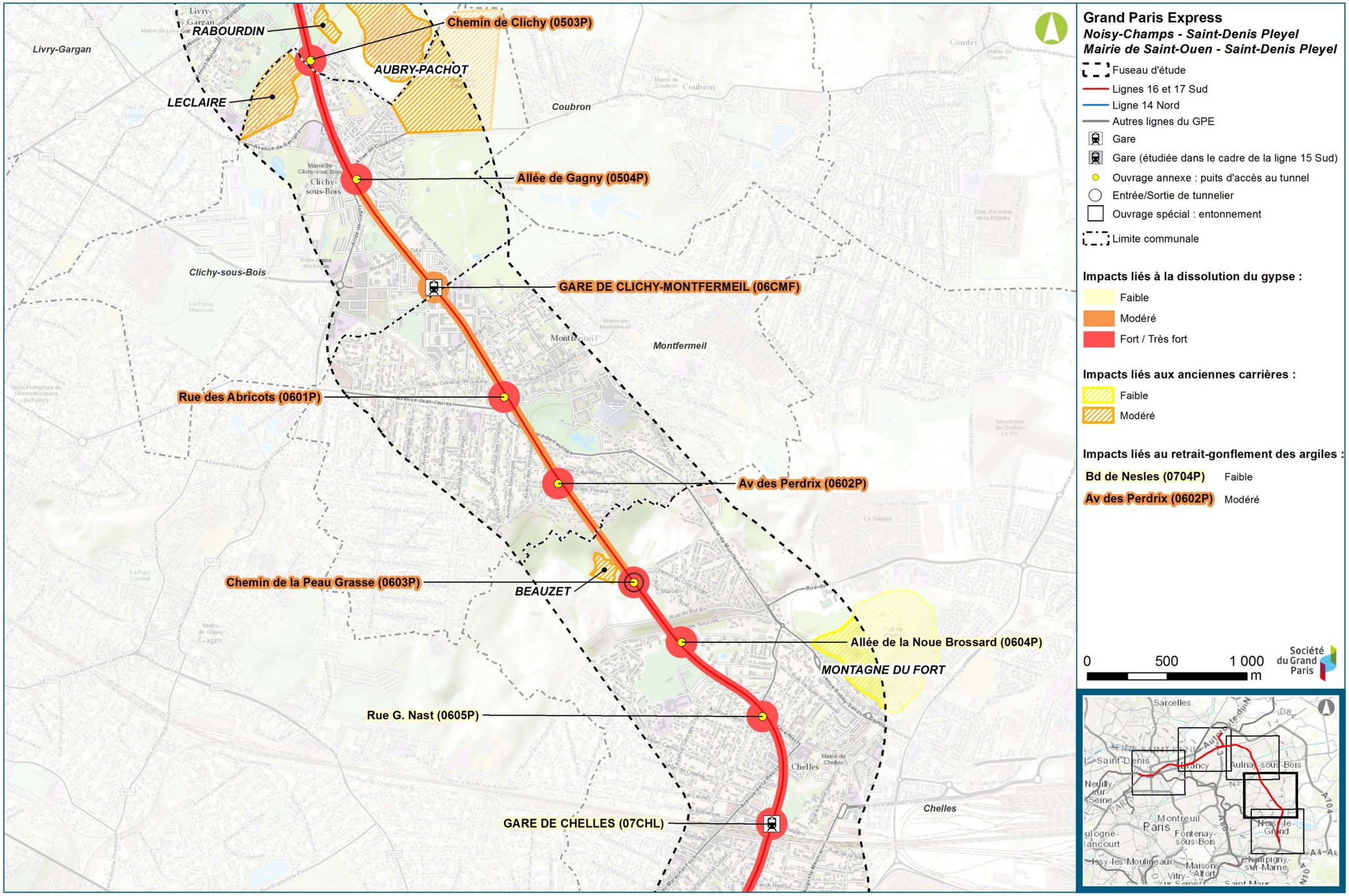
Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Hors faciès concerné par le phénomène de retrait-gonflement. Hors zone PPRn.	En PPRn : aléa faible à moyen. Présence de faciès concernés par le phénomène de retrait-gonflement sur de faibles épaisseurs.	En PPRn : aléa moyen à fort Présence de faciès concernés par le phénomène de retrait-gonflement en surface ou proche de la surface.	En PPRn : aléa fort Présence de faciès concernés par le phénomène de retrait-gonflement en surface sur de fortes épaisseurs.

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Noisy-Champs / Chelles	Aléa retrait-gonflement des argiles faible sur la quasi-totalité du secteur. L'enjeu est faible.	Impact potentiel faible. Tassements de surface et désordres possibles des bâtis vulnérables avoisinants.	Mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux lors des aménagements de surface.	Aucun	Sans objet
Chelles / Clichy Montfermeil	Aléa retrait-gonflement des argiles moyen à fort sur la quasi-totalité du secteur mais l'enjeu reste faible.	Impact potentiel modéré. Tassements de surface et désordres possibles des bâtis avoisinants.	Mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux lors des aménagements de surface. Suivi par instrumentation des avoisinants vulnérables.	Aucun	Sans objet
Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Aléa retrait-gonflement des argiles moyen à faible sur la quasi-totalité du secteur mais l'enjeu reste faible.	Impact potentiel faible. Tassements de surface et désordres des bâtis vulnérables avoisinants.	Mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux lors des aménagements de surface.	Aucun	Aucune
Aulnay / Le Bourget RER	Aléa retrait-gonflement des argiles moyen à faible sur la quasi-totalité du secteur mais l'enjeu reste faible	Impact potentiel faible. Tassements de surface et désordres des bâtis vulnérables avoisinants.	Mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux lors des aménagements de surface.	Aucun	Aucune
La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Aléa retrait-gonflement des argiles moyen à faible sur la quasi-totalité du secteur. L'enjeu reste faible	Impact potentiel faible. Tassements de surface et désordres des bâtis vulnérables avoisinants.	Mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux lors des aménagements de surface.	Aucun	Aucune

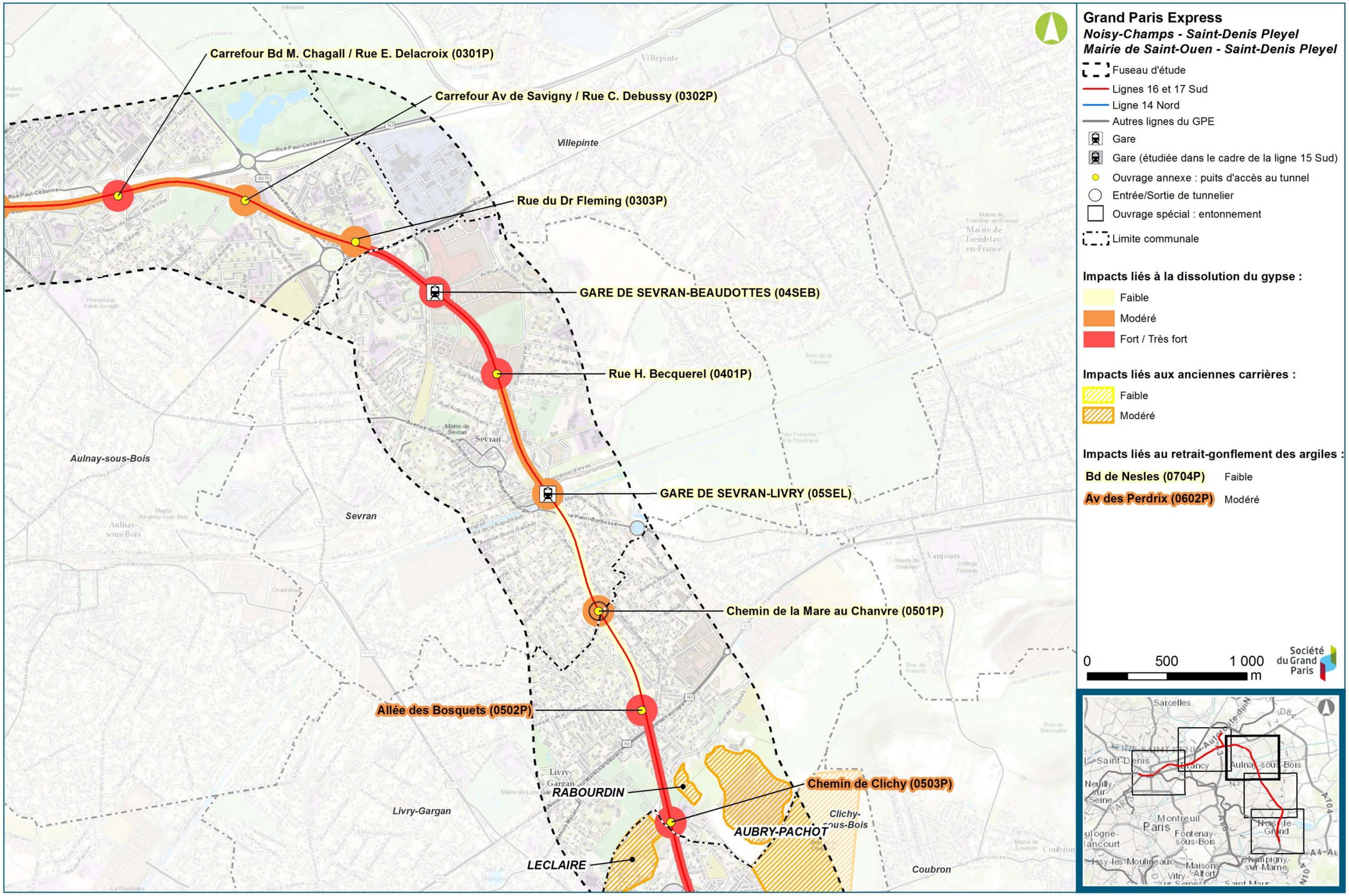
Les cartes pages suivantes illustrent la synthèse des impacts liés à la géologie.



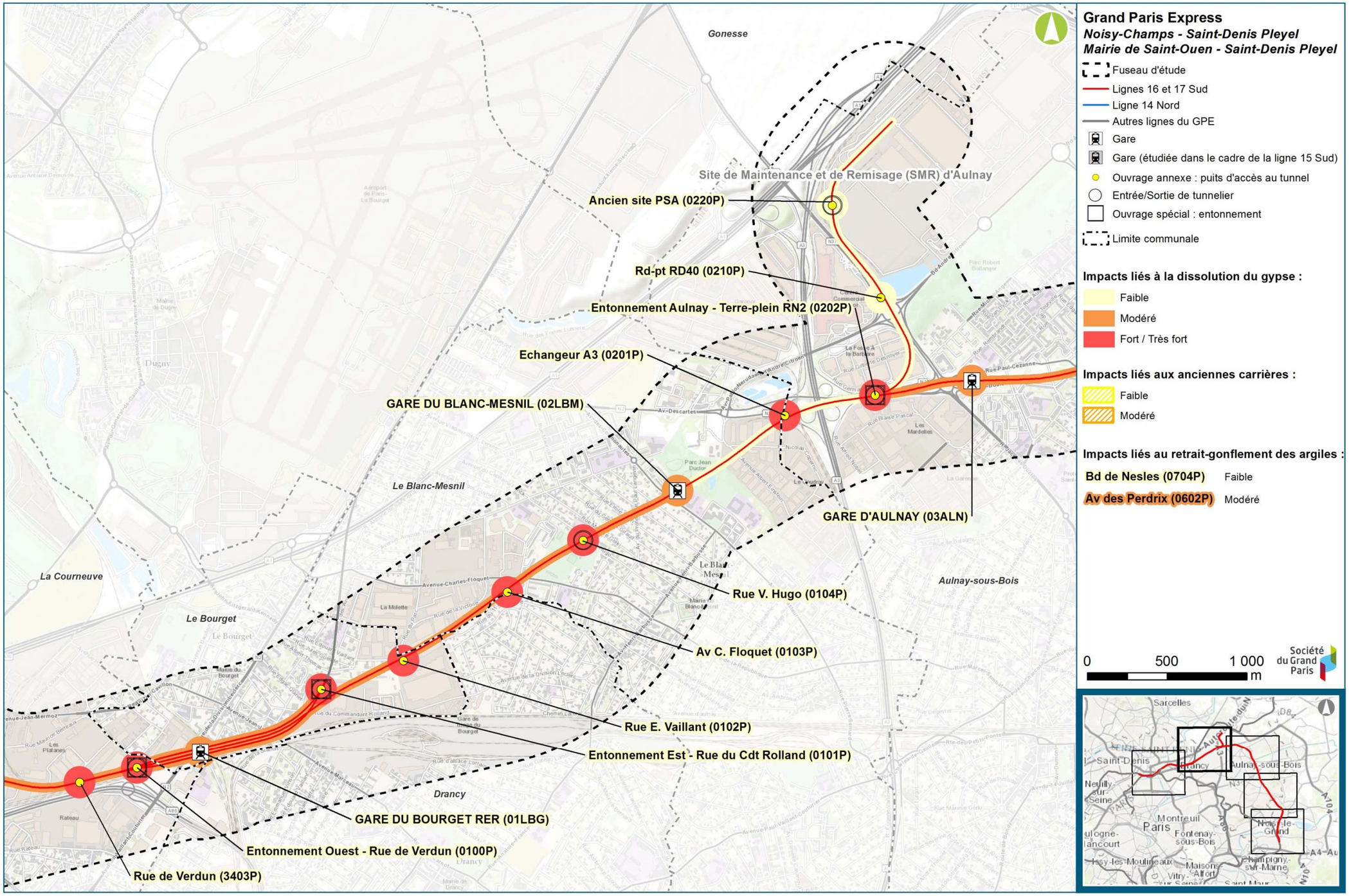
Synthèse des impacts liés au contexte géologique - Secteur Noisy-Champs / Chelles (Egis / Tractebel, 2016)



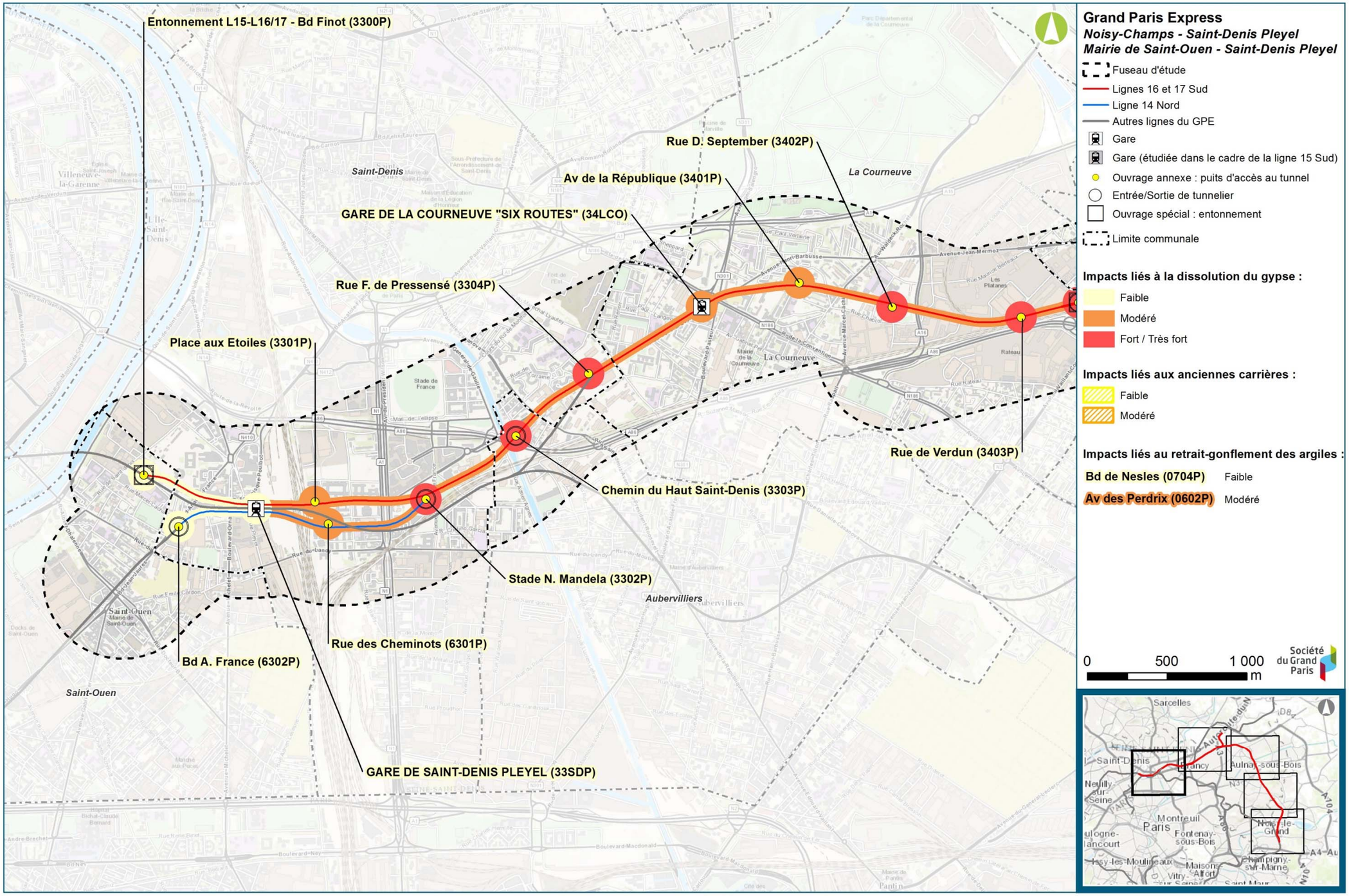
Synthèse des impacts liés au contexte géologique - Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil (Egis / Tractebel, 2016)



Synthèse des impacts liés au contexte géologique - Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes (Egis / Tractebel, 2016)



Synthèse des impacts liés au contexte géologique - Secteur Aulnay / Le Bourget RER (Egis / Tractebel, 2016)



Synthèse des impacts liés au contexte géologique - Secteur La Courneuve "Six Routes" / Saint-Denis Pleyel (Egis / Tractebel, 2016)

6. Eaux souterraines et risques associés

6.1. Méthodologie d'analyse et d'évaluation des effets sur les eaux souterraines

Les lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) – ci-après dénommées lignes 16, 17 Sud et 14 Nord – de par leur profondeur, vont se situer majoritairement sous nappe. De ce fait, leur réalisation ou exploitation nécessitera différentes opérations (rabattement de fond de fouille, rejets d'eaux d'exhaure, pompage et rejets d'eaux d'infiltrations) susceptibles de générer différents phénomènes :

- **En phase travaux :**
  - Rabattement au fond de fouille ;
  - Dissolution du gypse ;
  - Tassement du sol ;
  - Modification des panaches de pollution ;
  - Mise en communication des nappes ;
  - Rejet des eaux d'exhaure ;
  - Rejet des eaux d'infiltration ;
- **En phase exploitation :**
  - Effet barrage ;
  - Pompage des eaux d'infiltration ;

L'évaluation des effets suivants sur les eaux souterraines :

- Rabattement de nappe au fond de fouille ;
- Effet barrage ;
- Mise en communication de nappes ;

est traitée dans le présent chapitre E V-6. Cette évaluation s'appuie sur une modélisation hydrogéologique dont les modalités et les résultats sont analysés plus loin au chapitre 6.3.

Ces phénomènes font l'objet d'une analyse dans laquelle sont rappelés les enjeux (état initial) et exposés les effets potentiels du projet sur ces enjeux, compte-tenu des mesures d'évitement résultant des choix de méthodes de réalisation prises en phase de conception. Des mesures de réduction d'impact sont ensuite proposées pour limiter les impacts résiduels du projet et, si besoin, la mise en œuvre de mesures de compensation est prévue.

Il est à noter que les impacts induits éventuels des rabattements de nappe sur les espèces d'oiseaux de la directive « Oiseaux »[1], ayant justifié la désignation de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis » sont analysés dans le chapitre VI de la présente partie E3, spécifique aux incidences sur les sites Natura 2000.

La conception du projet au stade avant-projet a conduit pour la phase travaux à collecter et rejeter ensemble dans les réseaux d'assainissement et dans les eaux superficielles lorsque cela est possible, les eaux pluviales des chantiers et les eaux issues des rabattements fond de fouille.

De même, les eaux d'infiltration des tunnels et des parois moulées en phase travaux et en phase exploitation seront rejetées avec les eaux pluviales, dans les réseaux d'eaux superficielles.

Par conséquent, les effets concernant, d'une part le rejet des eaux d'exhaure (en phase travaux), et d'autre part le rejet des eaux d'infiltration dans les ouvrages, sont présentés avec ceux relatifs aux eaux pluviales dans le chapitre précédent E V-4 « Eaux superficielles - Gestion des eaux pluviales et d'exhaure ».

Préalablement à l'évaluation des impacts par modélisation hydrogéologique, le chapitre suivant présente les impacts évités ou réduits dans le cadre de la conception du projet :

- Du fait de l'insertion du projet par rapport aux horizons géologiques ;
- De par les principes constructifs adoptés pour la réalisation des ouvrages.

[1] Directive 2009/147/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages

6.2. Insertion du projet dans le sous-sol et maîtrise des risques hydrogéologiques par la conception

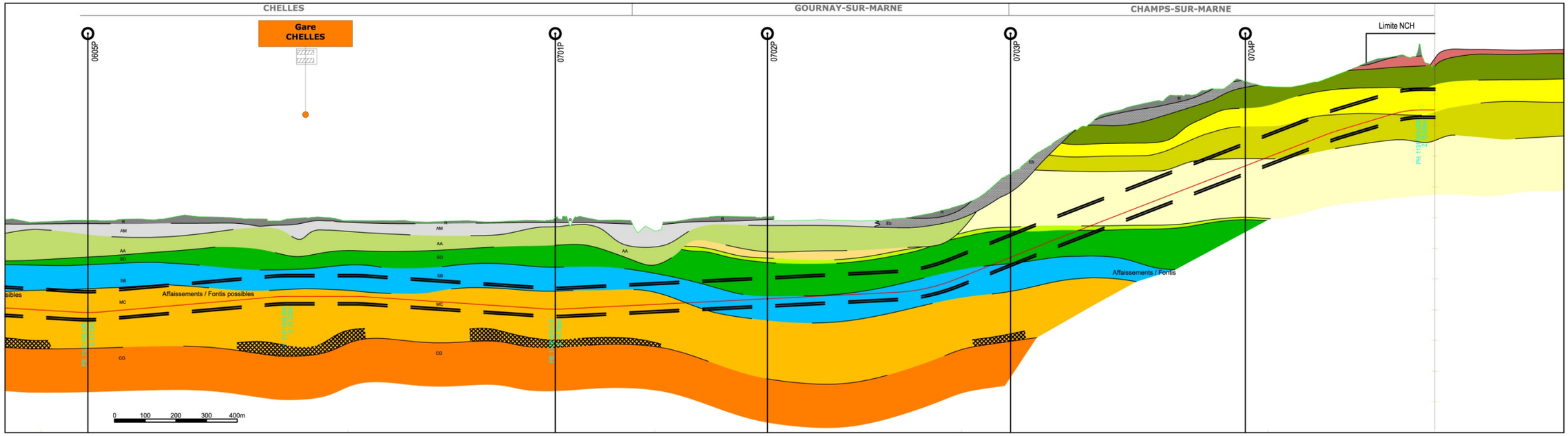
6.2.1. Insertion du projet dans le sous-sol

Le profil en long géologique simplifié du projet est présenté en pages suivantes. Il permet de visualiser le positionnement du tunnel (symbolisé par des tirets noirs) et des gares par rapport aux couches géologiques présentes le long du tracé et aux aquifères qu'elles renferment.

Les études d'avant-projet ont confirmé le calage des tunnels creusés au tunnelier sur un grand linéaire dans la formation des Sables de Beauchamp. Cette position assure une couverture suffisante, notamment pour limiter les tassements en surface, sans pour autant trop approfondir les gares. De plus, elle permet de limiter les risques liés aux phénomènes de dissolution de gypse, en limitant les distances creusées dans la formation des Marnes et Caillasses.

Cette position du tunnel et des ouvrages souterrains (gares, entonnements et ouvrages annexes), sur la plus grande partie du tracé dans les sables de Beauchamp, fait qu'ils sont situés sous nappe avec une hauteur d'eau généralement comprise entre 10 et 20 m.

Le profil en long géologique détaillé du projet, identifiant la position du tunnel, des ouvrages et du toit de la nappe est présenté au chapitre II.9.4 du volet I : Annexes.

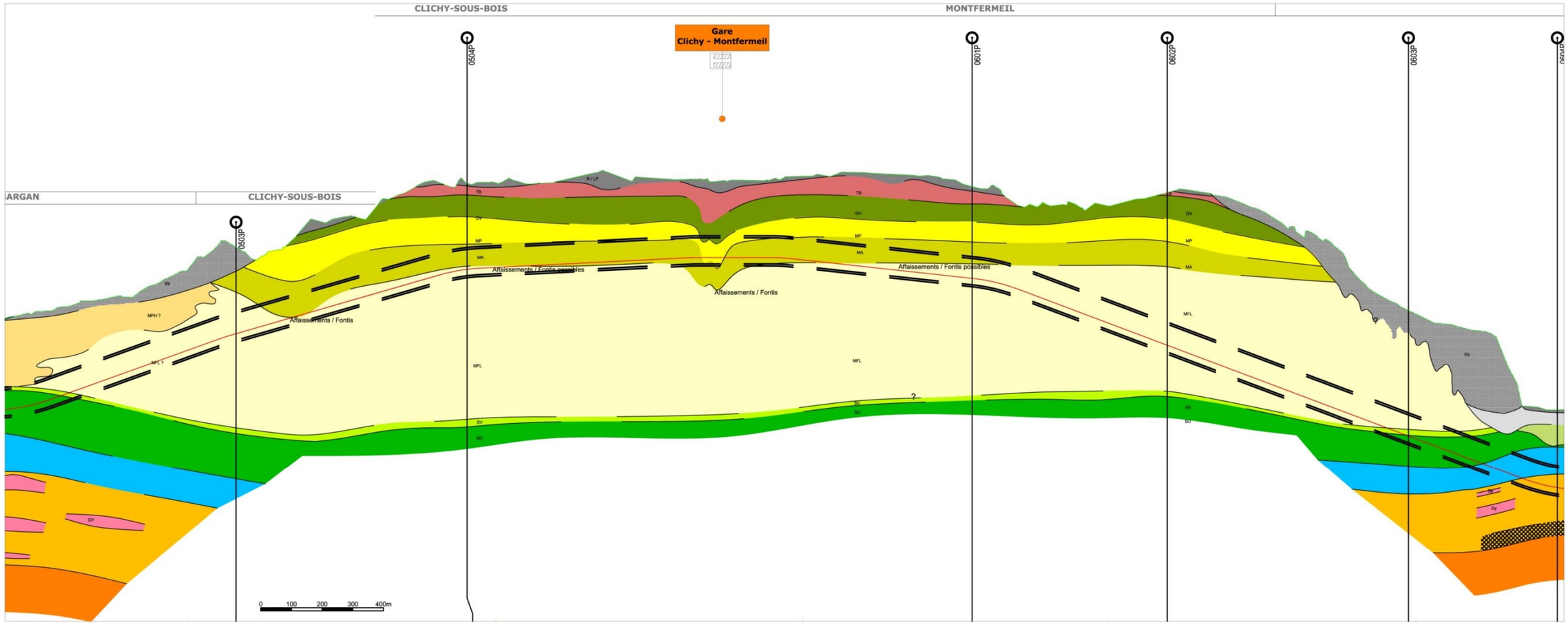


Lithostratigraphie		
Terrain non récupéré	NREC	
Terrain de nature indeterminée	IND	
Remblais	R	
Alluvions modernes	AM	
Alluvions anciennes	AA	
Limons des plateaux	LP	
Eboulis, colluvions, masses glissées	Eb	
Calcaire de Brie	TB	
Argile verte	GV	
Marnes supragypseuses, Marnes de Pantin	MP	
Marnes supragypseuses, Marnes d'Argenteuil	MA	
Calcaire de Champigny	CC	
Masses et marnes du Gypse	MFL	
Marnes à Pholadomyes, marnes infragypseuses	MPH	
Sables verts	SV	
Marno-calcaire de St-Ouen, faciès principal marno-calcaire	SO	
Sables de Beauchamp, faciès principal sableux +/- argileux	SB	
Sables de Beauchamp, faciès argilo-marneux (passées ≥ 1m), localement gypsifère	SBa	
Sables de Beauchamp, faciès rocheux calcaire	SBr	
Marnes et Caillasses, faciès carbonaté principal pas ou peu rocheux +/- gypse diffus	MC	
Marnes et Caillasses, faciès carbonaté à intercalations pluridm de gypse massif	MCgy	
Marnes et Caillasses, gypse massif	Gy	
Marnes et Caillasses, faciès rocheux (passées ≥ 1m) +/- fracturé (pour partie "concassé")	MCr	
Sables dans les Marnes et Caillasses ou le Calcaire grossier	Sa	
Calcaire grossier	CG	
Calcaire grossier, faciès altéré	CGa	

représentation schématique du tunnel

position des rails dans le tunnel

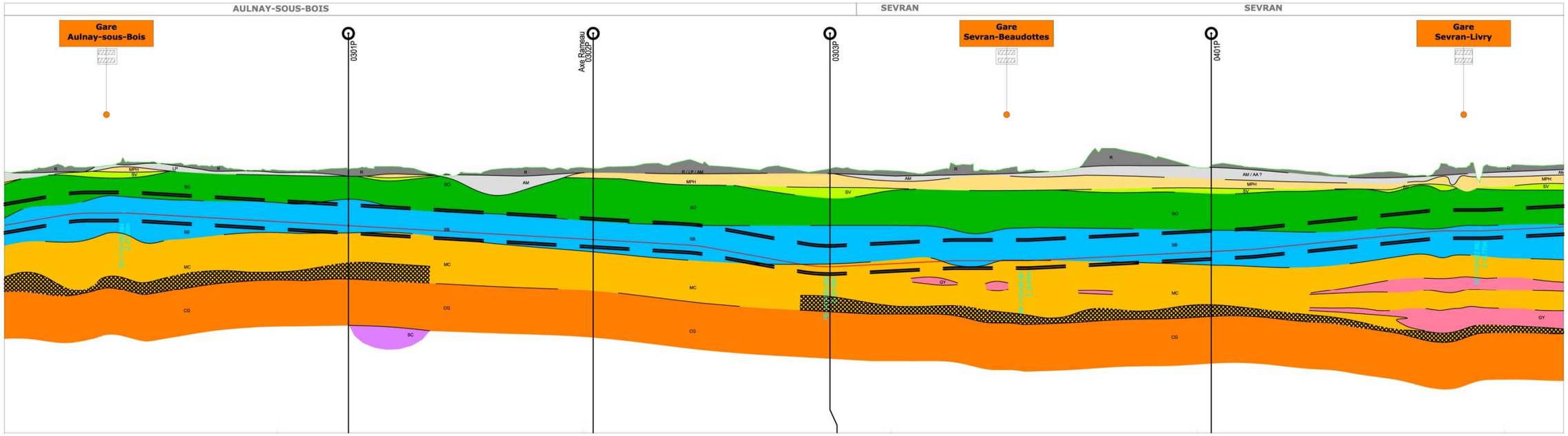
Profil en long géologique simplifié du projet : secteur Chelles - Noisy-Champs (Egis/Tractebel – 2015)



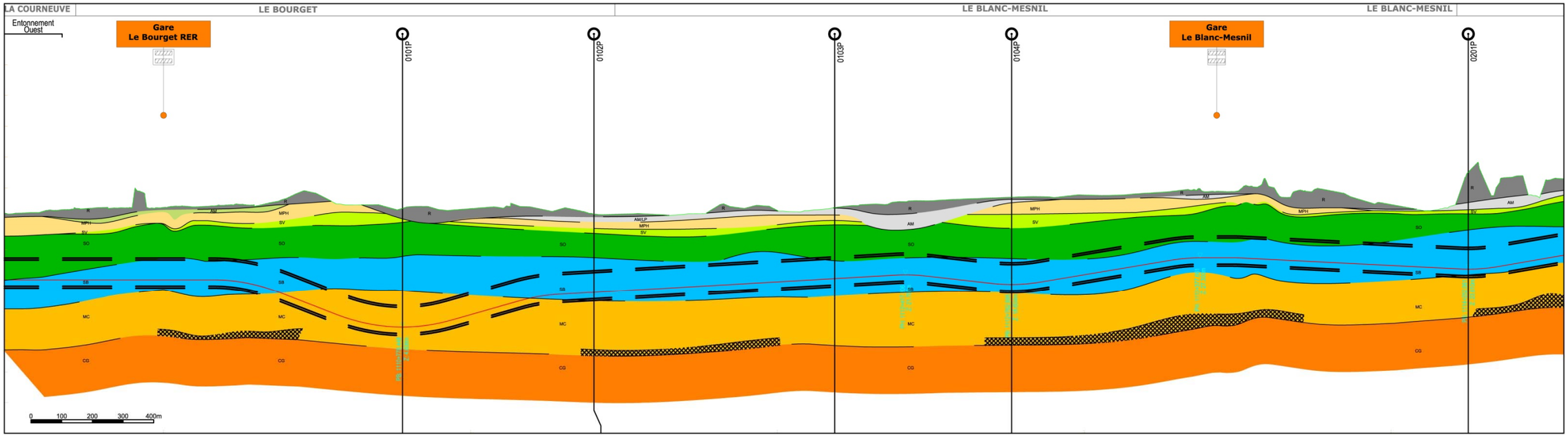
représentation schématique du tunnel

position des rails dans le tunnel

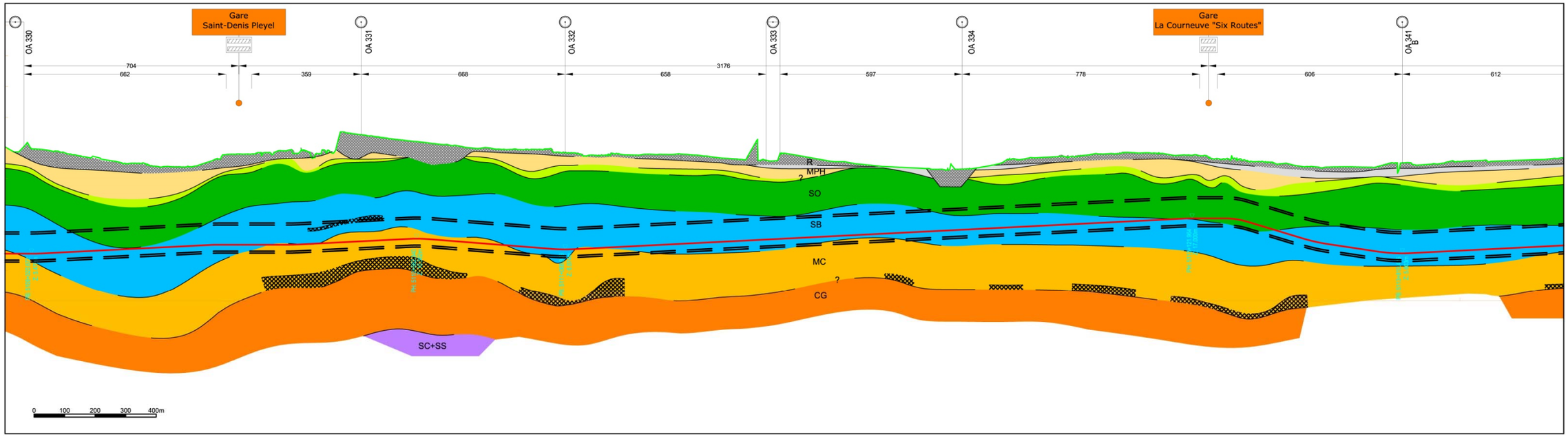
Profil en long géologique simplifié du projet : secteur Clichy - Montfermeil (Egis/Tractebel – 2015)



Profil en long géologique simplifié du projet : secteur Sevran-Livry - Aulnay (Egis/Tractebel – 2015)



Profil en long géologique simplifié du projet : secteur Le Blanc-Mesnil – Le Bourget RER (Egis/Tractebel – 2015)



Lithostratigraphie		
Terrain non récupéré	NREC	
Terrain de nature indeterminée	IND	
Remblais	R	
Alluvions modernes	AM	
Alluvions anciennes	AA	
Limons des plateaux	LP	
Eboulis, colluvions, masses glissées	Eb	
Calcaire de Brie	TB	
Argile verte	GV	
Marnes supragypseuses, Marnes de Pantin	MP	
Marnes supragypseuses, Marnes d'Argenteuil	MA	
Calcaire de Champigny	CC	
Masses et marnes du Gypse	MFL	
Marnes à Pholadomyes, marnes infragypseuses	MPH	
Sables verts	SV	
Marno-calcaire de St-Ouen, faciès principal marno-calcaire	SO	
Sables de Beauchamp, faciès principal sableux +/- argileux	SB	
Sables de Beauchamp, faciès argilo-marneux (passées ≥ 1m), localement gypsifère	SBa	
Sables de Beauchamp, faciès rocheux calcaire	SBr	
Marnes et Caillasses, faciès carbonaté principal pas ou peu rocheux +/- gypse diffus	MC	
Marnes et Caillasses, faciès carbonaté à intercalations pluridm de gypse massif	MCgy	
Marnes et Caillasses, gypse massif	Gy	
Marnes et Caillasses, faciès rocheux (passées ≥ 1m) +/- fracturé (pour partie "concassé")	MCr	
Sables dans les Marnes et Caillasses ou le Calcaire grossier	Sa	
Calcaire grossier	CG	
Calcaire grossier, faciès altéré	CGa	

représentation schématique du tunnel

position des rails dans le tunnel

Profil en long géologique simplifié du projet : secteur La Courneuve « Six Routes » - Saint-Denis Pleyel (Egis/Tractebel – 2015)

6.2.2. Rappel des principes constructifs pour la réalisation des ouvrages du Grand Paris Express

Les principes constructifs du tunnel d'une part, et des ouvrages (gares, entonnements, puits de secours et de ventilation) d'autre part, ont été présentés dans le chapitre III du volet B du dossier de demande d'autorisation unique.

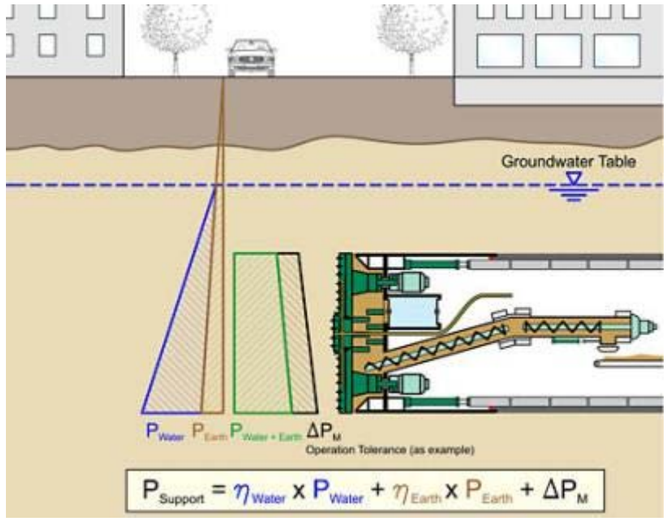
Néanmoins, les éléments permettant d'expliquer l'évitement d'une partie des effets du projet sur les eaux souterraines grâce aux méthodes constructives adoptées sont rappelés ici.

6.2.2.1. Réalisation du tunnel

Pour la réalisation du tunnel, la technique de construction privilégiée est celle du tunnelier.

L'une des fonctions principales du tunnelier est d'assurer la stabilité du front de creusement. Cette stabilité dépend des caractéristiques géotechniques du terrain et de la charge hydrostatique des couches géologiques traversées.

La stabilité est assurée au travers de la mise sous pression du tunnel et notamment de la chambre de confinement (au niveau de la tête du tunnelier). Cette pression vient équilibrer le poids des terres et la pression de l'eau afin d'assurer la stabilité du front. Le confinement permet également de limiter l'extrusion du front qui est une des principales sources de tassement en surface.



Principe général du fonctionnement d'un tunnelier à pression de confinement (Société du Grand Paris)

Grâce à la méthode de creusement au tunnelier avec chambre de confinement, **il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre des opérations de rabattement des nappes pour la réalisation du tunnel**. En effet, la pressurisation du front de taille fait obstacle à l'entrée de l'eau dans le tunnel. La mise en place de voussoirs en béton avec injection de mortier permet d'assurer l'étanchéité en arrière de la machine.

En revanche, un tunnelier nécessite une alimentation en eau pour son fonctionnement (refroidissement de la machine, fabrication de la boue, marinage des déblais …) de l'ordre de 50 m^3/h. Cette alimentation en eau peut être assurée par divers moyens : réseau de distribution d'eau, pompage dans la nappe, ou recyclage d'eau d'exhaure.

6.2.2.2. Réalisation des ouvrages émergents

Prise en compte des fluctuations des nappes

Le niveau piézométrique des nappes fluctue naturellement selon les phénomènes suivants :

- La recharge par les pluies, les fuites de réseau, ou les alimentations verticales en provenance des nappes sus-jacentes ou sous-jacentes ;
- La propagation d'ondes de crues des cours d'eau dans l'aquifère pour les nappes en relation hydraulique avec des cours d'eau ;
- L'arrêt éventuel de pompages existants dans le voisinage (industriels, parkings souterrains, climatisations, travaux de génie civil nécessitant un pompage etc.) ;
- Les interactions avec les structures enterrées (effet barrage).

Pour les nappes phréatiques (c'est-à-dire la première nappe rencontrée sous le niveau du sol), ces fluctuations de niveau des eaux souterraines peuvent entrainer des inondations d'infrastructures ou même du sol par un phénomène dit de « remontée de nappe ».

De par sa position sous le niveau de une à plusieurs nappes, le projet qui est conçu pour être étanche, doit tenir compte des variations prévisibles de niveau de l'eau souterraine pour les raisons suivantes :

- l'eau souterraine au contact des parois et du fond d'une infrastructure entraine des efforts mécaniques (poussées latérales et verticales) qu'il convient de prendre en compte dans le dimensionnement des fondations,
- les parois des ouvrages doivent être étanches à l'eau souterraine dans toutes les conditions possibles de niveau de nappe au risque de voir l'infrastructure noyée.

Pour ces raisons, une étude hydrogéologique spécifique est réalisée pour tous les ouvrages. Elle consiste à évaluer, pour toutes les nappes concernées, les remontées de nappe prévisibles et leur occurrence en tenant compte de chacun des phénomènes précédemment décrits.

Ainsi, les phénomènes de remontée de nappe sont étudiés spécifiquement et sont directement pris en compte dans la conception du projet.

Réalisation des ouvrages selon la technique des parois moulées

De manière générale les ouvrages émergents (gares et ouvrages annexes) seront réalisés depuis la surface à l'abri de parois moulées. Le principe consiste à réaliser, préalablement à tout creusement, une « boîte étanche » autour du futur ouvrage. Ces parois permettent de s'affranchir des circulations horizontales d'eau entre l'extérieur et l'intérieur de la boîte gare.

Une paroi moulée est un écran en béton armé directement moulé dans le sol. Son rôle est d'assurer le soutènement des terres autour de la fouille, de servir d'enceinte étanche vis-à-vis de

la nappe interceptée et de reprendre, en partie ou en totalité, les descentes de charge de l'ouvrage pour en assurer les fondations.

En fonction du contexte souterrain (géologique et hydrogéologique) dans lequel s'insère l'ouvrage considéré, la profondeur d'ancrage des parois moulées est très variable.

Le dimensionnement de la fiche des soutènements doit être réalisé de manière à assurer en premier lieu leur stabilité mécanique. Ensuite, si le fond de l'ouvrage est situé sous une nappe d'eau souterraine, il est nécessaire de prévoir un dispositif d'épuisement provisoire afin de pouvoir terrasser à sec. La faisabilité et les contraintes associées à un dispositif d'épuisement dépendent de la quantité d'eau souterraine potentielle à gérer, de sa qualité et des possibilités en termes de solutions de rejet.

Réduction du débit d'épuisement en phase travaux

La démarche qui a été retenue pour le projet a consisté à privilégier les solutions techniques permettant de réduire le débit d'épuisement autant que possible. En fonction du contexte souterrain, différents cas de figures peuvent être rencontrés.

- Si les parois moulées de l'ouvrage sont implantées pour des raisons géométriques et mécaniques au sein d'une couche géologique naturellement peu ou modérément perméable, les débits d'épuisement attendus sont faibles ou modérés et il n'est pas nécessaire de prévoir des dispositifs particuliers permettant de limiter le débit d'épuisement en phase chantier.

- Si l'ouvrage et ses parois moulées sont implantés au sein d'une formation potentiellement assez perméable, le débit résiduel à gérer est alors susceptible d'être important. Dès lors, un premier calcul est effectué sur le débit d'épuisement en fonction des caractéristiques des terrains. En fonction du résultat de cette évaluation, des solutions constructives complémentaires sont dimensionnées afin de réduire autant que possible le débit d'épuisement, à savoir :

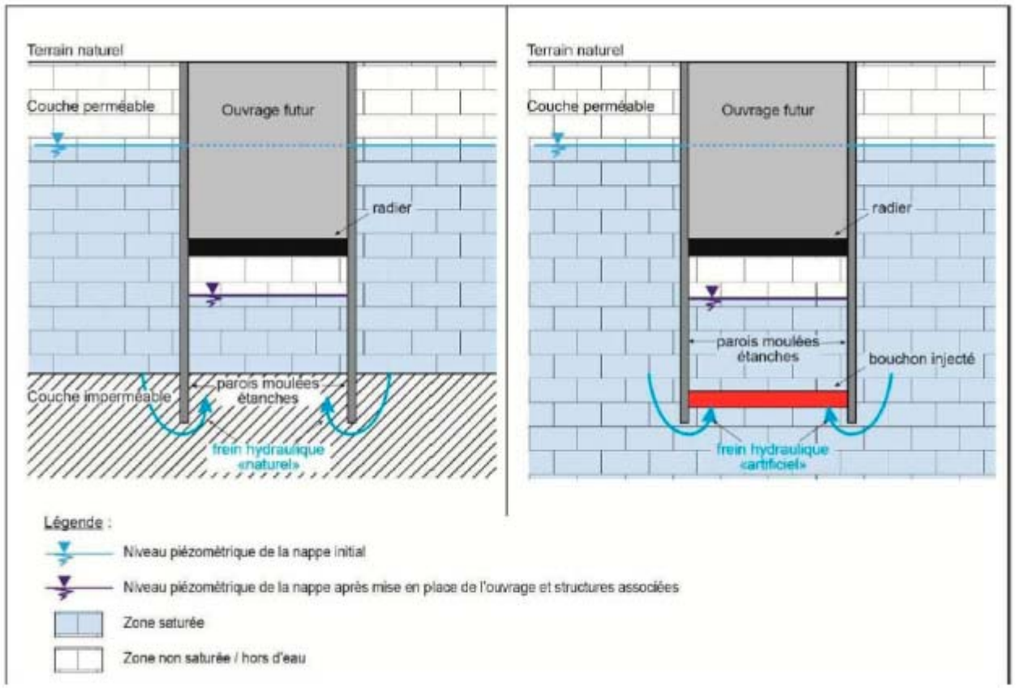
  - le prolongement des parois moulées vers des horizons naturellement peu perméables. Une **fiche hydraulique** de paroi moulée, qui correspond à la profondeur que la paroi moulée doit atteindre pour limiter le débit résiduel significativement, est alors définie. La fiche hydraulique est nécessairement équivalente ou plus profonde que la fiche mécanique qui correspond à la profondeur que doit atteindre la paroi moulée pour assurer uniquement la stabilité mécanique de l'ouvrage ;

  - le prolongement des parois moulées par une **jupe injectée** atteignant un horizon naturellement peu perméable. La réalisation d'une jupe injectée consiste à créer un rideau d'injection de sols sous les parois moulées avec un coulis de bentonite-ciment destiné à colmater les fissures ou pores des terrains de sorte à réduire artificiellement sa perméabilité naturelle. Les jupes injectées ont généralement une épaisseur de 2 à 3 mètres. Cette technique permet de réduire significativement la perméabilité des terrains en place mais, à la différence de la paroi moulée, ne permet pas de rendre totalement étanche le rideau de terrain injecté. Cette technique est privilégiée dans les terrains durs qui sont difficiles à forer pour poser des panneaux de parois moulées comme dans les Calcaires grossiers par exemple,

  - la mise en place en pied de parois moulées d'un fond ou **bouchon injecté**. Un bouchon injecté est réalisé depuis le sol. Cette technique consiste à injecter les terrains en place en profondeur d'un coulis de bentonite-ciment par un réseau de forages au maillage serré. L'objectif est ici aussi de réduire artificiellement sur une épaisseur maîtrisée (environ 3 à 5 mètres) la perméabilité des terrains en place de sorte à limiter significativement le débit d'épuisement. Généralement, un bouchon injecté est réalisé dès lors qu'aucun horizon naturellement peu perméable n'est pas atteignable par une paroi moulée ou une jupe injectée dans des conditions raisonnables (c'est-à-dire quand les horizons naturellement peu perméables sont trop profonds) ;

  - le prolongement des parois moulées par une **jupe injectée** et la mise en place d'un **bouchon injecté** en pied de jupe. Il s'agit cette fois d'une combinaison des deux techniques précédentes. Cette solution est privilégiée lorsque les terrains concernés sont trop résistants pour la pose de parois moulées profondes et lorsque qu'il n'existe pas d'horizons peu perméables sous les parois moulées à une profondeur raisonnable.

Le schéma ci-après présente le concept des gares étanches.



Conception de gares étanches, deux configurations possibles : à gauche, paroi moulée ancrée dans une couche imperméable ; à droite, paroi moulée avec ajout d'un bouchon injecté. (Source : Société du Grand Paris)

Il est important de souligner que des solutions de réduction de débit d'épuisement ont été considérées comme nécessaires dès lors que le contexte hydrogéologique n'apparaissait pas suffisamment favorable pour obtenir des débits d'épuisement limités sans dispositions particulières.

En effet, le choix de la solution constructive à adopter est fonction du débit d'épuisement envisageable. Dans un premier temps, une évaluation du débit d'épuisement est réalisée en tenant compte uniquement de la géométrie des parois moulées imposée par les caractéristiques mécaniques des sols :

- Si le débit calculé est faible, aucune solution complémentaire n'est nécessaire ;
- Si le débit calculé est potentiellement important, alors des solutions de réduction complémentaires sont envisagées selon le contexte géologique local. L'efficacité de ces solutions en termes de réduction de débit est testée par calcul. Au stade actuel, les caractéristiques hydrogéologiques des terrains qui sont retenues pour évaluer si une solution constructive complémentaire est nécessaire sont raisonnablement prudentes. La phase de conception dite « projet », permettra de préciser les caractéristiques hydrogéologiques des aquifères concernés au droit de chaque gare.

Pour les rameaux (parties horizontales) de connexion, entre les ouvrages annexes et le tunnel, il est prévu l'injection ou la congélation au préalable des terrains en place avant creusement de sorte à réduire significativement les venues d'eau. Une étanchéité de l'ouvrage sera réalisée afin de limiter les débits d'infiltration en phase définitive.

Étanchéité des ouvrages en phase exploitation

Les ouvrages et le tunnel sont conçus pour être étanches une fois réalisés. Toutefois, en phase d'exploitation, d'éventuelles infiltrations résiduelles à travers la structure peuvent subsister. C'est pourquoi, un recueil et une évacuation de ces eaux d'infiltration est prévu. **Il s'agit de débits extrêmement réduits** qui ne sont pas de nature à modifier significativement les niveaux piézométriques.

6.2.3. Caractéristiques des pompages dans les aquifères

Le tableau en pages suivantes décline par ouvrages du projet des lignes 16, 17 sud et 14 nord (gares, ouvrages annexes, dont ouvrages spéciaux / entonnements, tunnel), les différents aquifères pompés, les durées d'intervention correspondantes, ainsi que les rubriques de la nomenclature de l'article R.214-1 du code de l'environnement applicables, pour la phase chantier.

Code ouvrage	Nom de l'ouvrage / adresse	Commune (département)	Type d'ouvrage et fonction	Aquifères pompés				Période de pompage	Rubriques de la nomenclature applicables		
				Bartonien	Yprésien	Nappe alluviale de la Marne	Nappes superficielles		1.1.1.0	1.1.2.0	1.2.2.0
ARG NCH	Arrière gare de Noisy-Champ	Champs-sur-Marne (77)	Entrée du tunnelier 9		X		X	08/2019 – 07/2021	X	X	
0704P	Bd de Nesles	Champs-sur-Marne (77)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation					09/2018 – 01/2019	X	X	
0703P	Rd-pt Bd du Bel Air	Gournay-sur-Marne (93)	Ouvrage annexe : accès secours	X				08/2019 – 11/2019	X	X	
0702P	Av des Champs	Gournay-sur-Marne (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	X		X		11/2019 – 02/2020	X	X	
0701P	Rue V. Hugo	Chelles (77)	Ouvrage annexe : accès secours	X		X		02/2020 – 05/2020	X	X	X
07CHL	**Chelles**	Chelles (77)	**Gare**	X		X		02/2019 – 03/2022	X	X	X
0605P	Rue G. Nast	Chelles (77)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	X		X		08/2020 – 01/2022	X	X	X
0604P	Allée de la Noue Brossard	Chelles (77)	Ouvrage annexe : accès secours	X		X		11/2020 – 03/2021	X	X	X
0603P	Chemin de la Peau Grasse	Chelles (77)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation - Entrée du tunnelier 8 / sortie du tunnelier 9	X	X			05/2018 – 07/2021	X	X	
0602P	Av des Perdrix	Montfermeil (93)	Ouvrage annexe : accès secours	X				07/2019 – 05/2020	X	X	
0601P	Rue des Abricots	Montfermeil (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation				X	09/2019 – 01/2020	X	X	
06CMF	**Clichy-Montfermeil**	Clichy-sous-Bois (93) et Montfermeil (93)	**Gare**				X	05/2019 – 12/2021	X	X	
0504P	Allée de Gagny	Clichy-sous-Bois (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation				X	02/2020 – 08/2020	X	X	
0503P	Chemin de Clichy	Livry-Gargan (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation				X	10/2020 – 11/2021	X	x	
0502P	Allée des Bosquets	Livry-Gargan (93)	Ouvrage annexe : accès secours	X				10/2020 – 03/2021	X	X	
0501P	Chemin de la Mare au Chanvre	Sevran (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation - Sortie des tunneliers 7 et 8	X				09/2020 – 01/2021	X	X	
05SEL	**Sevran - Livry**	Sevran (93)	**Gare**	X				01/2019 – 12/2021	X	X	
0401P	Rue H. Becquerel	Sevran (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	X				02/2019 – 07/2020	X	X	
04SEB	**Sevran - Beaudottes**	Sevran (93)	**Gare**	X				03/2019 – 02/2022	X	X	
0303P	Rue du Dr Fleming	Aulnay (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	X				02/2020 – 07/2020	X	X	
0302P	Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy	Aulnay (93)	Ouvrage annexe : accès secours	X				10/2020 – 03/2021	X	X	
0301P	Carrefour Bd M. Chagall / Rue E. Delacroix	Aulnay (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	X				08/2019 – 01/2020	X	X	
03ALN	**Aulnay**	Aulnay (93)	**Gare**	X				03/2019 – 01/2020	X	X	
0220P	Ancien site PSA	Aulnay (93)	Ouvrage annexe : accès secours - Entrée du tunnelier 6	X	X			03/2018 – 10/2020	X	X	

0210P	Rd-pt RD40	Aulnay (93)	Ouvrage annexe : accès secours	X				04/2019 – 07/2019	X	X	
0202P	Terre-plein RN2	Aulnay (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement : débranchement vers SMI/SMR d'Aulnay - Entrée du tunnelier 7	X	X			07/2018 – 11/2021	X	X	
0201P	Échangeur A3	Aulnay (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	X				09/2019 – 12/2019	X	X	
02LBM	**Le Blanc-Mesnil**	Le Blanc-Mesnil (93)	**Gare**	X				09/2019 – 12/2021	X	X	
0104P	Rue V. Hugo	Le Blanc-Mesnil (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation - Sortie des tunneliers 5 et 6	X				11/2018 – 05/2019	X	X	
0103P	Av C. Floquet	Le Blanc-Mesnil (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	X				11/2019 – 02/2020	X	X	
0102P	Rue E. Vaillant	Le Bourget (93)	Ouvrage annexe : accès secours	X				07/2019 – 11/2019	X	X	
0101P	Rue du Cdt Rolland	Le Bourget (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement Est Ligne 16 –Ligne 17 - Sortie des tunneliers 4A et 4B	X				01/2019 –12/2020	X	X	
01LBG	**Le Bourget RER**	Le Bourget (93)	**Gare**	X				03/2019 – 05/2021	X	X	
0100P	Rue de Verdun	La Courneuve (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement Ouest Ligne 16 – Ligne 17 - Entrée des tunneliers 3, 4A, 4B et 5	X	X			05/2018 – 07/2020	X	X	
3403P	Rue de Verdun	La Courneuve (93)	Ouvrage annexe : accès secours	X				02/2019 – 05/2019	X	X	
3402P	Rue D. September	La Courneuve (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	X				12/2018 – 08/2019	X	X	
3401P	Av de la République	La Courneuve (93)	Ouvrage annexe : accès secours	X				07/2019 – 10/2019	X	X	
34LCO	**La Courneuve « Six Routes »**	La Courneuve (93)	**Gare**	X				08/2019 – 03/2021	X	X	
3304P	Rue F. de Pressensé	Saint-Denis (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	X				11/2019 – 04/2020	X	X	
3303P	Chemin du Haut Saint-Denis	Saint-Denis (93)	Ouvrage annexe : accès secours - Entrée du tunnelier 2A / sortie du tunnelier 3	X	X			07/2018 – 12/2018	X	X	
3302P	Stade N. Mandela	Saint-Denis (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation - Entrée du tunnelier 1	X	X			05/2018 – 07/2019	X	X	
6301P	Rue des Cheminots	Saint-Denis (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation	X				03/2019 – 08/2020	X	X	
3301P	Place aux Etoiles	Saint-Denis (93)	Ouvrage annexe : accès secours	X				04/2019 – 08/2019	X	X	
33SDP	**Saint-Denis Pleyel**	Saint-Denis (93)	**Gare**	X				02/2019 – 08/2022	X	X	
3300P	Bd Finot	Saint-Ouen (93)	Ouvrage annexe : accès secours et ventilation Entonnement Ligne 16 – Ligne 15 Ouest - Sortie des tunneliers 2A et 2B	X				09/2018 – 12/2019	X	X	

Liste des ouvrages, aquifères pompés, durée d'intervention et rubriques applicables au titre de la déclaration ou de l'autorisation lors de la phase chantier

6.3. Présentation de la modélisation hydrogéologique

6.3.1. Méthodologie

L'ensemble du secteur concerné par le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord a fait l'objet d'une modélisation hydrogéologique en trois dimensions.

Différentes simulations ont été réalisées afin d'évaluer l'impact du projet sur les effets piézométriques induits par les pompages en phase travaux, et l'« effet barrage » en phase exploitation.

Les principes des simulations (propres à chaque phénomène) et leurs résultats sont présentés dans les sous-chapitres qui suivent. **Le rapport complet de l'étude hydrogéologique avec l'ensemble des simulations et des résultats de calcul est présenté en annexe II, dans le volet I - Annexes.**

6.3.1.1. Recueil et prétraitement des données

Les données collectées et exploitées pour les besoins de la modélisation se structurent autour de thématiques et d'objectifs distincts et complémentaires :

- Données géologiques : définition de la géométrie des structures à modéliser en respectant l'organisation lithostratigraphique d'ensemble à l'échelle du projet ;
- Données topographiques : définition du toit du système à modéliser et des conditions des écoulements souterrains ;
- Hydrographie : pour les cours d'eau ayant une interaction significative avec les eaux souterraines ;
- Piézométrie : définition des modèles conceptuels, notamment pour identifier les nappes en présence lorsqu'elles se distinguent par des différences de charge significatives et caractériser leur comportement ; choix des conditions aux limites des modèles ; définition des valeurs de référence pour le calage des modèles ;
- Prélèvements en nappe : identification des enjeux de captages AEP, captages industriels et puits géothermiques, captages agricoles et privés ;
- Recharge brute des nappes : bilan hydrique basé sur les précipitations et l'évapotranspiration potentielle d'une part et la réserve en eau du sol facilement utilisable.

6.3.1.2. Principes de modélisation

L'approche retenue repose sur le développement de six modèles hydrogéologiques locaux jointifs dont les périmètres sont présentés ci-après.

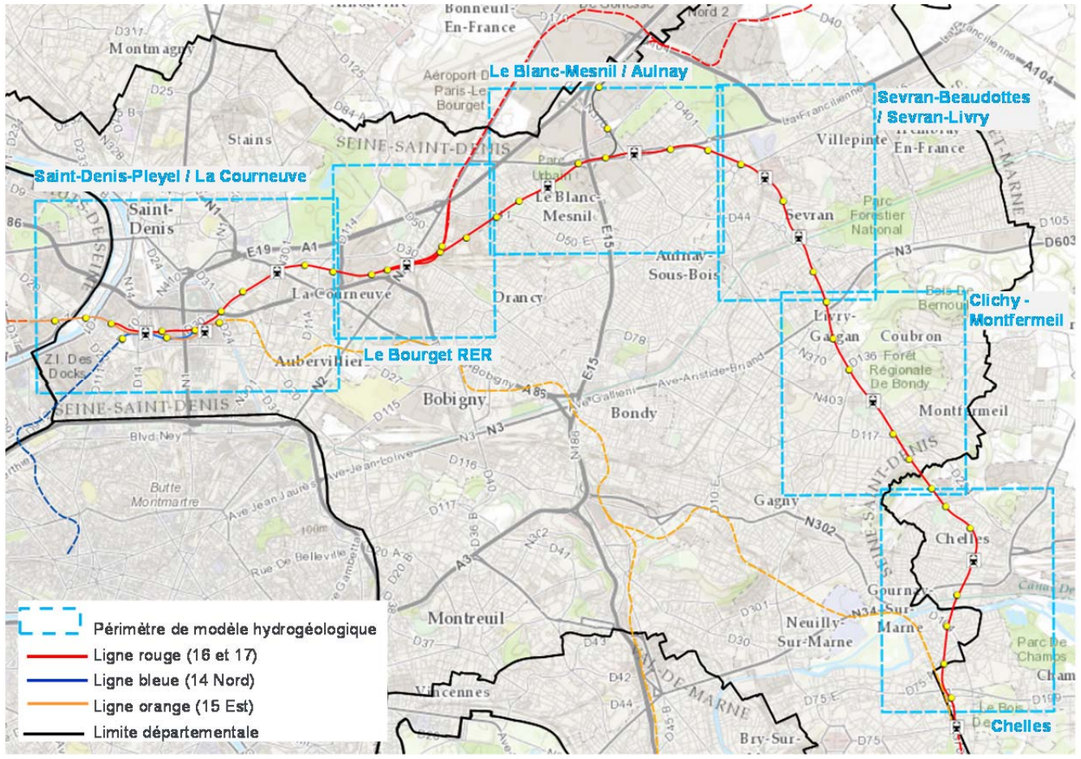
Le choix de modèles locaux et non d'un modèle unique et général s'appuie sur plusieurs arguments techniques :

- Des modèles locaux permettent beaucoup plus de souplesse et de précision pour l'intégration de structures complexes (comme les tunnels, les ouvrages spéciaux et certaines gares) ou la prise en compte de données nouvelles tout en limitant les temps de calcul, que ce soit pour les phases de calage ou de simulations à l'état projet ;
- Un modèle général nécessiterait l'acquisition et l'intégration d'un très grand nombre de données avec de fortes incertitudes et sans apporter de réelle plus-value sur la représentativité du modèle à l'échelle locale et plus particulièrement des objets (ouvrages) à étudier. Ils nécessitent aussi le choix de conditions aux limites stables dans le temps et l'espace dont la validité serait hypothétique.

Les dimensions des six modèles locaux sont résumées dans le tableau suivant et illustrées sur la figure suivante.

Identifiant du modèle	Nom du modèle	Longueur (km)	Largeur (km)	Surface (km²)
1 (SDP)	Saint-Denis Pleyel / La Courneuve	6,4	4,1	21,4
2 (LBG)	Le Bourget	3,5	3,7	13,0
3 (ALN)	Le Blanc-Mesnil / Aulnay	4,9	3,5	17,2
4 (SEB)	Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry	3,3	4,5	15,1
5 (CMF)	Clichy-Montfermeil	3,9	4,3	16,7
6 (CHL)	Chelles	3,7	4,8	17,8
			Total	101,2

Dimensions des modèles hydrogéologiques locaux (Egis, 2016)



Périmètres des modèles hydrogéologiques locaux (Egis, 2016)

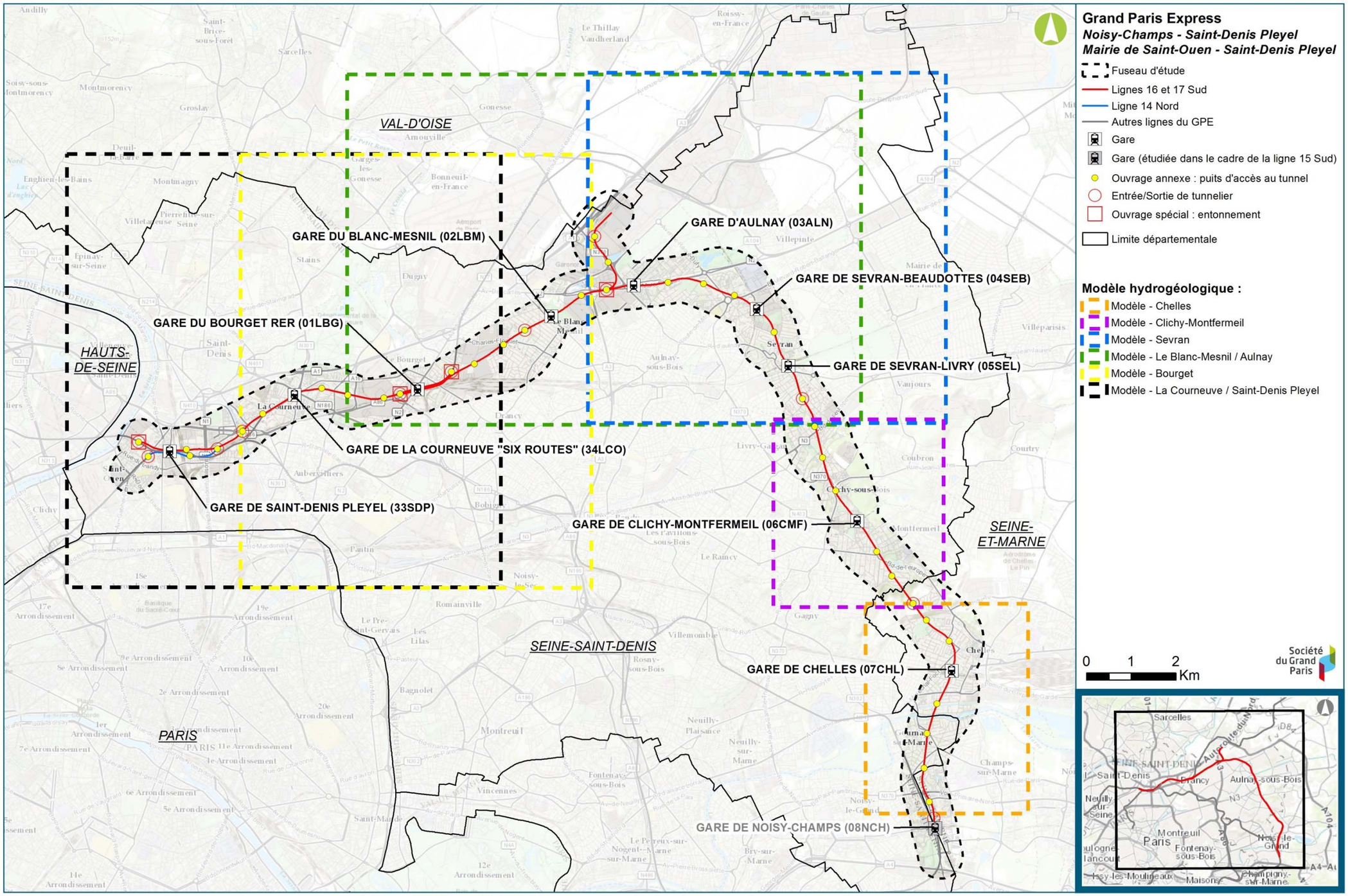
Toutefois des tests pour les simulations des effets de rabattement de nappe cumulés des différents ouvrages du projet ont montré de possibles effets de bord sous les conditions de débit les plus extrêmes.

Quatre des six modèles (Saint-Denis Pleyel / La Courneuve, Le Bourget, Le Blanc-Mesnil / Aulnay, Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry) ont ainsi été étendus selon les principes de construction admis pour les modèles de départ. Les dimensions des modèles après extension sont données dans le tableau ci-contre.

Identifiant du modèle	Nom du modèle	Longueur (km)	Largeur (km)	Surface (km²)
1 (SDP)	Saint-Denis Pleyel / La Courneuve	9,8	9,8	96,1
2 (LBG)	Le Bourget	7,9	9,8	77,0
3 (ALN)	Le Blanc-Mesnil / Aulnay	11,6	7,9	91,9
4 (SEB)	Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry	8,1	7,9	64,3
5 (CMF)	Clichy-Montfermeil	3,9	4,3	16,7
6 (CHL)	Chelles	3,7	4,8	17,8
			Total	363,8

Dimensions des modèles hydrogéologiques locaux avec extension (Egis, 2016)

L'ensemble des six modèles après extension représente une superficie totale fusionnée d'environ 219 km². La cartographie résultante est présentée en page suivante.



Périmètres des modèles hydrogéologiques locaux, après extension (Egis, 2016)

6.3.1.3. Outil de modélisation

Les modèles numériques ont été développés avec le logiciel TALISMAN. Il dispose d'une fonctionnalité de maillage originale permettant une représentation précise et rapide des différents composants d'un modèle. Une maille ou un groupe de mailles primaires (de rang 0) peut être divisé de manière réversible en 9 sous-mailles régulières (rang 1), elles-mêmes encore divisibles jusqu'au rang 9. Ce principe est associé à un gestionnaire d'objets permettant d'intégrer différentes catégories d'éléments (surface, ligne, point) de manière automatisée. L'opérateur peut ainsi raffiner le maillage dans les secteurs qu'il juge utile mais le logiciel propose également un algorithme de maillage adaptatif basé sur le calcul d'un critère d'erreur.

Ces fonctionnalités sont particulièrement utiles ici pour représenter avec précision les objets de géométrie 3D complexe tels que les tunnels, les entonnements ou encore certaines gares.

6.3.2. Conception, construction et calage des modèles

6.3.2.1. Caractéristiques communes aux modèles

Tous les modèles admettent les Fausses Glaises comme substratum. Cette hypothèse est d'autant plus recevable que les Fausses Glaises sont réputées peu perméables et qu'elles ne sont séparées des Argiles plastiques, communément considérées comme véritable substratum à l'échelle régionale, que par les sables d'Auteuil dont l'épaisseur n'excède pas quelques mètres.

Le maillage de base (rang 0) est fixé à 81 m. Il est localement affiné jusqu'au rang 4, soit en mailles de 1 m de côté, notamment au droit des piézomètres et des puits de captage.

En l'absence de limites naturelles (grands cours d'eau, limite d'affleurement ou de bassin hydrogéologique), des conditions de charge sont imposées sur le pourtour des modèles. Les valeurs admises sont issues de l'interpolation des données piézométriques disponibles sur la période de référence retenue pour le calage. La topographie est également utilisée pour contraindre l'interpolation, notamment dans les secteurs de vallée où des effets de drainage sont parfois perceptibles.

Les gammes de perméabilités initiales considérées pour chaque modèle correspondent aux valeurs du tableau suivant. Ces valeurs seront ajustées au cas par cas lors du processus de calage du modèle. Ces gammes sont basées sur les essais d'eau disponible, la bibliographie et le retour d'expérience sur d'autres projets parisiens. La bibliographie utilisée est la suivante :

- Atlas des nappes aquifères de la région parisienne ;
- Hydrogéologie du centre du bassin de Paris contribution à l'étude de quelques aquifères principaux. Thèse Université Paris VI. – C. Mégnien, BRGM (1979) – SIGES.
- Géologie et géotechnique de la région parisienne :
  - Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Paris (n° 183) 2ème édition (1966) et sa notice explicative. BRGM. (Notice) ;
  - Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Lagny (n° 184) édition 1971 et sa notice explicative. BRGM. (Notice).

Formation géologique	Perméabilité k (m/s)
R (Remblais)	1.10^{-6} à 1.10^{-4}
AM (Alluvions Modernes)	5.10^{-7} à 5.10^{-6}
AA (Alluvions Anciennes)	5.10^{-5} à 2.10^{-3}
LP (Limons des plateaux	1.10^{-7} à 1.10^{-6}
Eb (Eboulis, colluvions, masses glissées)	1.10^{-6} à 1.10^{-4}
TB (Calcaire de Brie)	1.10^{-4} à 1.10^{-3}
GV (Argiles Vertes)	1.10^{-9} à 1.10^{-8}
MSG / MP /MA (Marnes supragypseuses, Marnes de Pantin, marnes d'Argenteuil)	1.10^{-7} à 1.10^{-6}
MFL (Masses et marnes du gypse)	1.10^{-7} à 1.10^{-5}
CC (Calcaire de Champigny)	5.10^{-7} à 1.10^{-3}
MPH (Marnes à Pholadomyes, marnes infragypseuses	1.10^{-7} à 1.10^{-6}
SV (Sables verts)	1.10^{-8} à 1.10^{-7}
SO (Marno-calcaire de Saint-Ouen)	1.10^{-6} à 3.10^{-3}
SB (Sables de Beauchamp)	1.10^{-5} à 9.10^{-4} (sableux) 1.10^{-7} à 1.10^{-6} (argileux)
MC (Marnes et caillasses)	1.10^{-7} à 8.10^{-4}
CG (Calcaire grossier)	1.10^{-6} à 5.10^{-4} (sup.) 5.10^{-8} à 1.10^{-6} (argileux)
SS (Sables supérieurs)	1.10^{-5} à 2.10^{-4}
FG (Fausses Glaises)	1.10^{-7} à 1.10^{-6}

Gammes de perméabilité des formations quaternaires et tertiaires (Egis, 2016)

Les niveaux piézométriques simulés pour le calage des modèles décrits dans les paragraphes suivants correspondent aux niveaux moyens des eaux sur une période qui s'étale de fin mai 2013 à avril 2015, période sur laquelle de nombreuses mesures ont été effectuées et sont disponibles.

6.3.2.2. Modèle Chelles

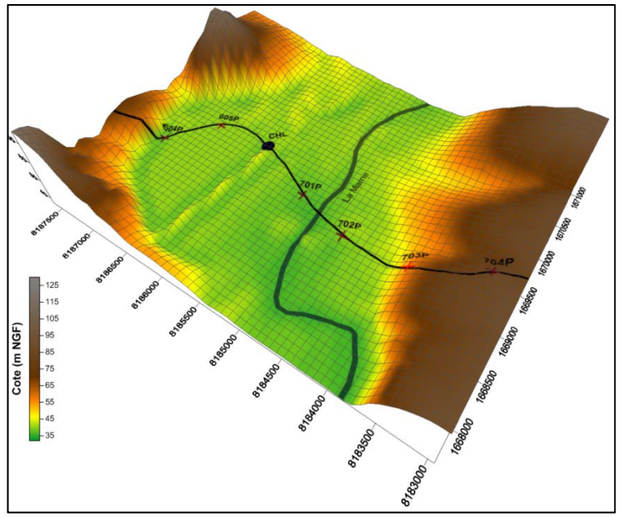
Le modèle est centré autour de la gare de Chelles. Ce modèle englobe la vallée de la Marne et les flancs du plateau Briard et de la butte de Clichy. Les limites du modèle ont été calées de façon à appréhender au mieux les effets attendus sur les éléments de sensibilité (captages AEP, sites Natura 2000, etc.).

La figure suivante présente la surface topographique du modèle où sont matérialisés le tracé de la ligne 16, la gare de Chelles, les ouvrages annexes ainsi que le maillage. La coupe issue de la modélisation géologique est présentée à la suite.

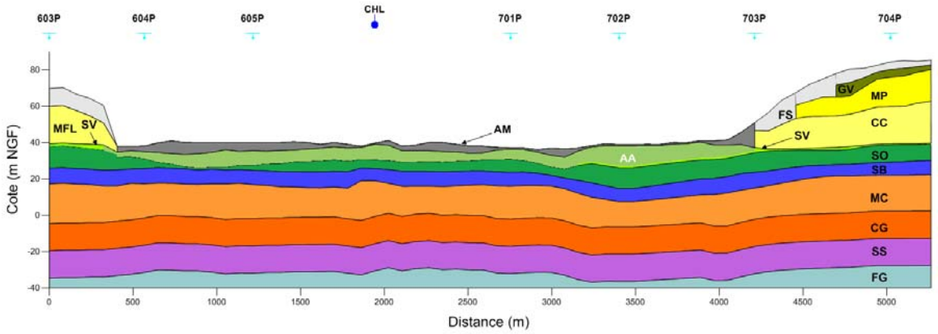
La Marne traverse le modèle d'est en ouest. Elle est en interaction directe avec la nappe alluviale et indirectement avec la nappe sous-jacente et adjacente (Bartonien) et influence donc leur comportement. Le canal de Chelles est aussi intégré dans ce modèle ; son fond est supposé imperméable ; les interactions avec les formations sous-jacentes peuvent donc être négligées.

Aucun prélèvement d'eau souterraine avec un débit significatif n'a été identifié sur le périmètre couvert par le modèle.

Le calage est satisfaisant avec des écarts entre les valeurs mesurées et modélisées inférieurs à 0,5 m. La distribution des écarts ne laisse entrevoir aucune dérive par excès ou par défaut, à l'amont comme à l'aval.



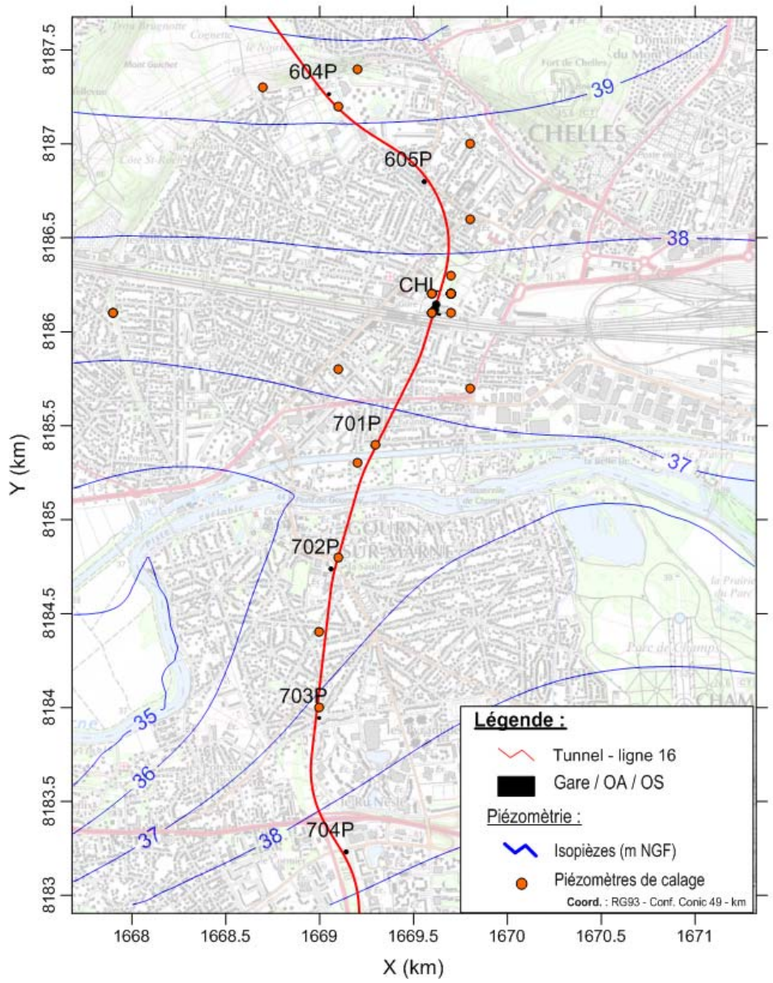
Modèle hydrogéologique Chelles (CHL - 6) : limites et topographie du domaine (Egis, 2016)



Légende :
FS : Formations superficielles
GV : Argile verte
AM : Alluvions modernes
AA : Alluvions anciennes
SO : Marno-calcaire de Saint-Ouen
SB : Sables de Beauchamp
SV : Sables verts
MP : Marnes supragypseuses, Marnes de Pantin
MFL : Marnes à Pholadomyes, marnes infragypseuses
MC : Marnes et Caillasses
CG : Calcaire grossier
SS : Sables supérieurs
FG : Fausses Glaises

Modèle hydrogéologique Chelles (CHL - 6) : coupe géologique longitudinale du projet (Egis, 2016)

La piézométrie simulée indique que la nappe s'écoule du Nord vers le Sud en rive droite de la Marne avec un gradient de l'ordre de 1.3‰ et du Sud vers le Nord en rive gauche. La Marne se trouve en position drainante et conditionne les niveaux de la nappe alluviale et de la nappe du Bartonien.



Modèle hydrogéologique Chelles (CHL - 6) : piézométrie simulée pour la nappe du Bartonien (Egis, 2016)

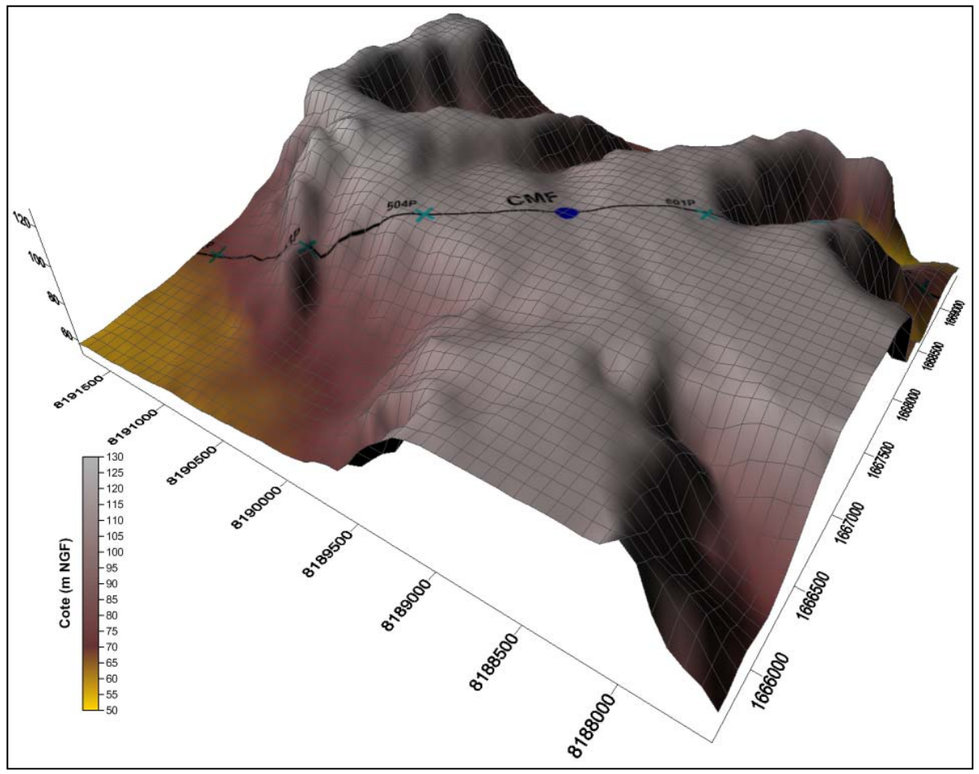
6.3.2.3. Modèle Clichy-Montfermeil

Le modèle est centré autour de la gare de Clichy-Montfermeil. Ses limites ont été définies assez loin des ouvrages principaux pour éviter les effets de bordure.

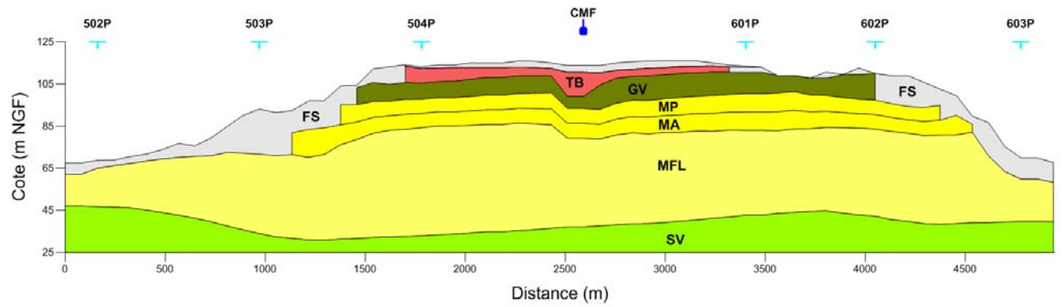
Les formations des Marnes à Pholadomyes /marnes infragypseuses ont été subdivisées afin de pouvoir insérer ultérieurement les infrastructures (tunnel, gare, ouvrages annexes) ou de représenter des variations de faciès et donc de perméabilité. La base des Masses et Marnes du Gypse, ou toit des Sables verts représente le substratum de l'ensemble du modèle. Le substratum de la nappe du Calcaire de Brie est constitué par les Argiles Vertes. Les observations actuelles ne permettent pas d'identifier de substratum hydrogéologique dans les Marnes supragypseuses. Les niveaux d'eau observés proviennent de la percolation des niveaux sus-jacents à travers des matériaux très peu perméables.

Il n'y a pas de cours d'eau naturel identifié sur cette zone. Aucun prélèvement d'eau souterraine avec un débit significatif n'a été identifié.

La figure suivante présente la surface topographique du modèle où sont matérialisés le tracé de la ligne 16, la gare de Clichy Montfermeil, les ouvrages annexes ainsi que le maillage. La coupe issue de la modélisation géologique est présentée ci-contre.



Modèle hydrogéologique Clichy-Montfermeil (CMF - 5) : limites et topographie du domaine (Egis, 2016)

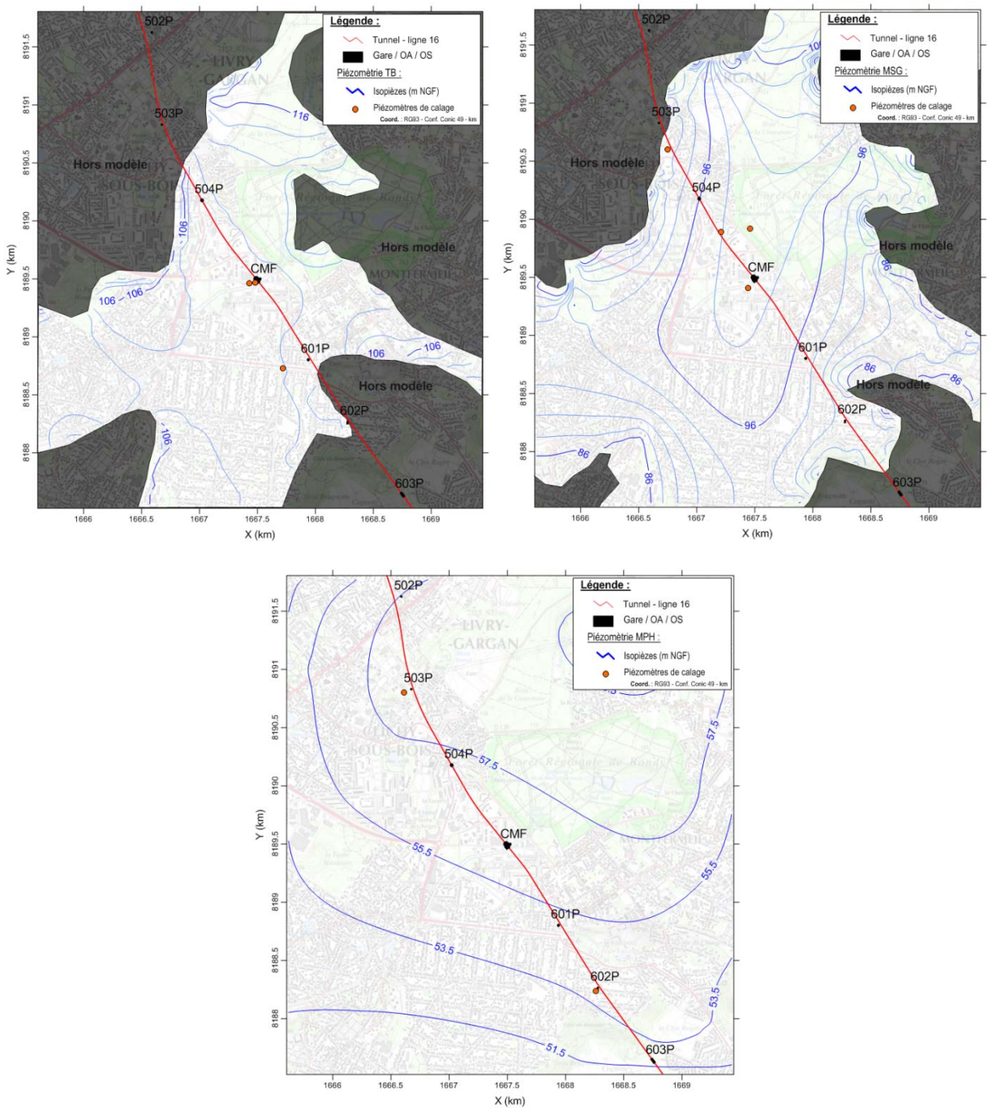


Légende :
CMF : gare Clichy-Montfermeil
TB : Calcaire de Brie
GV : Argiles vertes
MSG/MP : Marnes supragypseuses, Marnes de Pantin
MA : Marnes supragypseuses, Marnes d'Argenteuil
MFL : Masses et Marnes du gypse
SV : Sables verts
FS : Formations superficielles

Modèle hydrogéologique Clichy-Montfermeil (CMF - 5) : coupe géologique longitudinale du projet (Egis, 2016)

Le calage du modèle est satisfaisant avec des écarts entre les moyennes mesurées et les valeurs modélisées inférieurs à 0.5 m, sauf exceptionnellement au niveau d'ouvrages. La distribution des écarts ne laisse entrevoir aucune dérive par excès ou par défaut à l'amont comme à l'aval.

La piézométrie obtenue est représentée ci-après. Dans cette figure, les trois horizons aquifères observés au droit de la butte de Clichy ont été représentés (nappe des Calcaires de Brie (TB), nappe des Marnes supragypseuses (MSG) et nappe des Masses et Marnes du gypse (MFL)). Dans les trois aquifères la composante principale d'écoulement suit un axe Nord-Sud (suivant l'axe d'allongement de la butte de Clichy). En bordure de nappe, la circulation des eaux souterraines suit généralement les variations topographiques.



Modèle hydrogéologique Clichy-Montfermeil (CMF - 5) : piézométrie simulée pour les nappes des TB (a), des MSG (b) et des MFL (c) (Egis, 2016

6.3.2.4. Modèle Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes

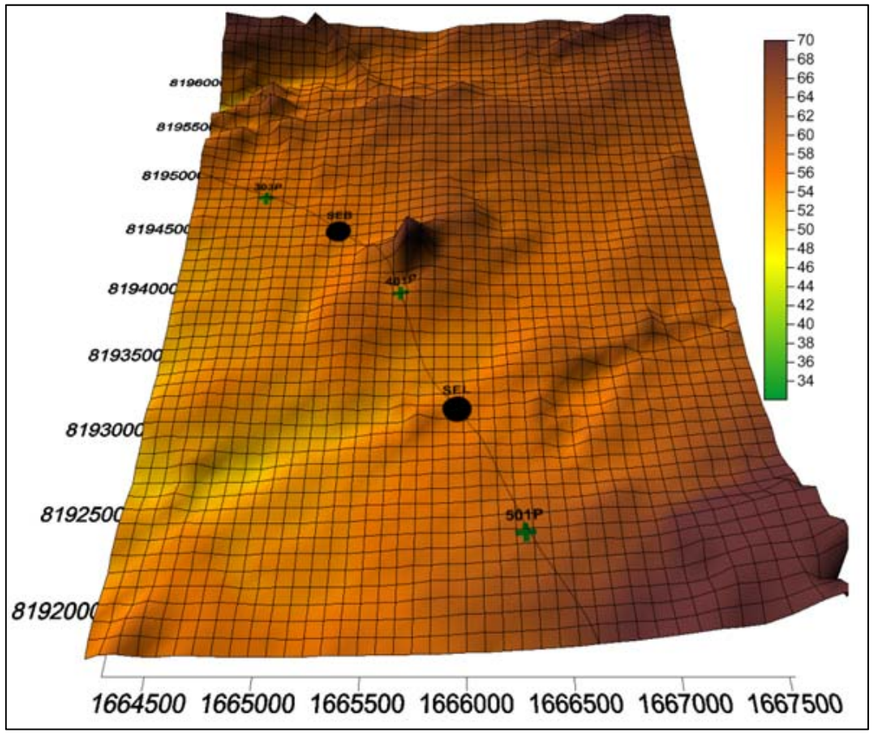
Le modèle est centré autour des gares Sevran-Beaudottes et Sevran-Livry. Les limites du modèle ont été calées de façon à appréhender au mieux les effets attendus sur les éléments de sensibilité (captages AEP, sites Natura 2000, etc.).

Certains niveaux géologiques sont subdivisés en deux, voire trois couches, soit pour représenter des hétérogénéités verticales, soit pour faciliter l'intégration des objets lors des phases de simulation à l'état projet. Le modèle comprend 13 couches.

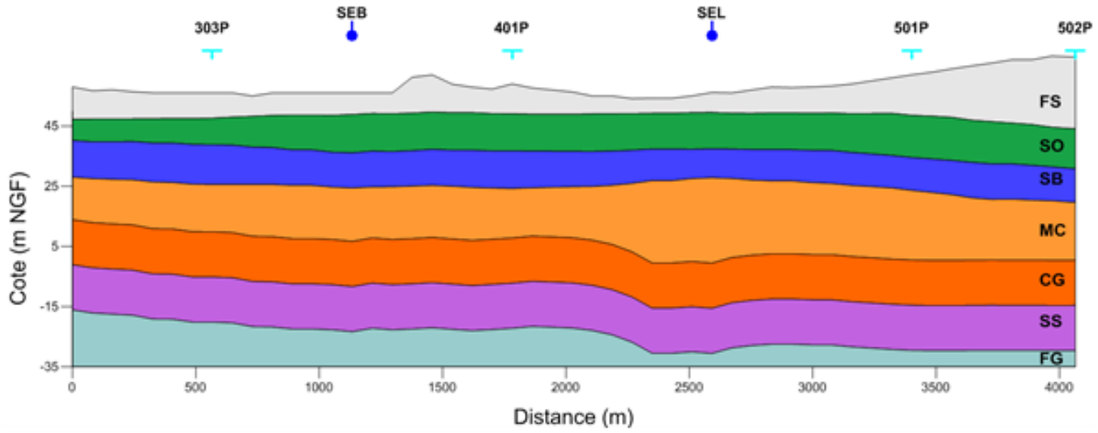
La figure suivante présente la surface topographique du modèle où est également matérialisée la ligne 16, les gares Sevran-Beaudottes et Sevran-Livry, les ouvrages annexes ainsi que le maillage. La coupe issue de la modélisation géologique est présentée à la suite.

Il n'y a pas de cours d'eau principal identifié sur cette zone. D'après la topographie la vallée mineure observée sur le modèle se prolonge selon un axe OSO-ENE à l'extrême nord du modèle. Cette vallée peut être identifiée comme zone préférentielle d'écoulement. Le canal de L'Ourcq traverse le modèle d'est en ouest.

Aucun captage avec un débit connu et significatif n'est recensé pour ce modèle.



Modèle hydrogéologique Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes (SEB-SEL - 4) : limites et topographie du domaine (Egis, 2016)

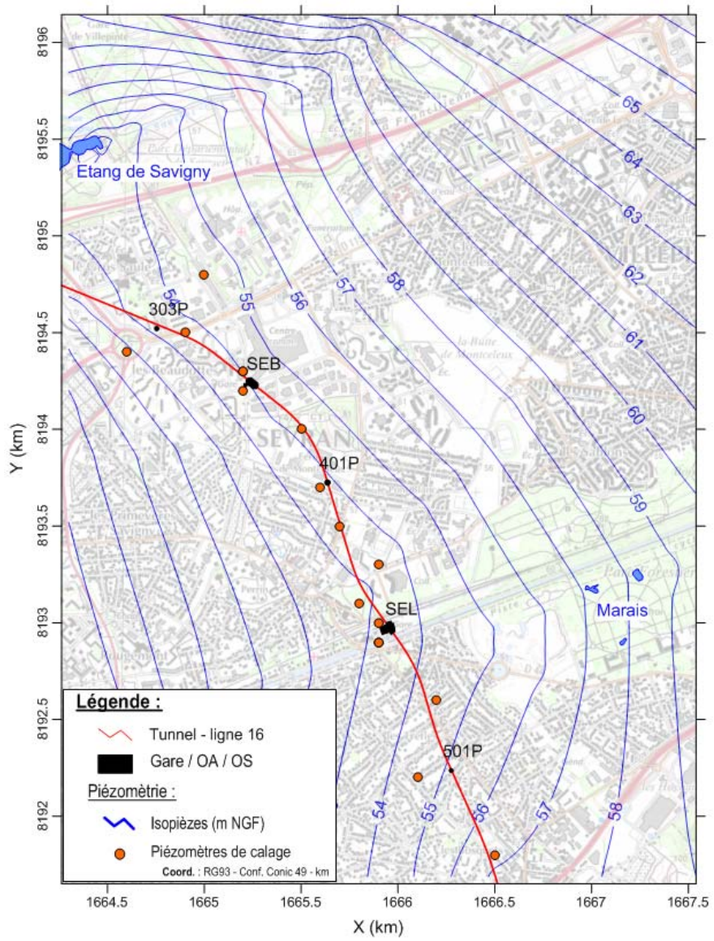


Légende :
FS : Formations superficielles
SO : Marno-calcaire de Saint-Ouen
SB : Sables de Beauchamp
MC : Marnes et Caillasses
CG : Calcaire grossier
SS : Sables supérieurs
FG : Fausses Glaises

Modèle hydrogéologique Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes (SEB-SEL - 4) : coupe géologique longitudinale du projet (Egis, 2016)

Le calage est très satisfaisant avec des écarts entre les valeurs mesurées et modélisées inférieurs à 0.3 m à l'exception, et de manière marginale, de deux piézomètres. La distribution des écarts ne laisse entrevoir aucun effet de dérive par excès ou par défaut, à l'amont comme à l'aval.

La piézométrie simulée indique que la nappe s'écoule du Nord-Est vers le Sud-Ouest avec un gradient de l'ordre de 4 ‰. A l'extrême nord les écoulements convergent vers la vallée alluviale. Les niveaux observés sont cohérents avec ceux observés sur le modèle Le Blanc-Mesnil / Aulnay.



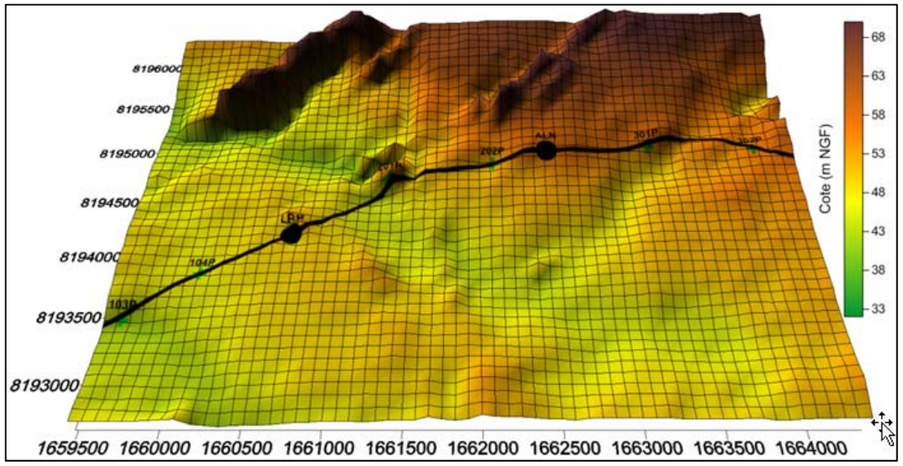
Modèle hydrogéologique Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes (SEB-SEL - 4) : piézométrie simulée pour la nappe du Bartonien (Egis, 2016)

6.3.2.5. Modèle Le Blanc-Mesnil / Aulnay

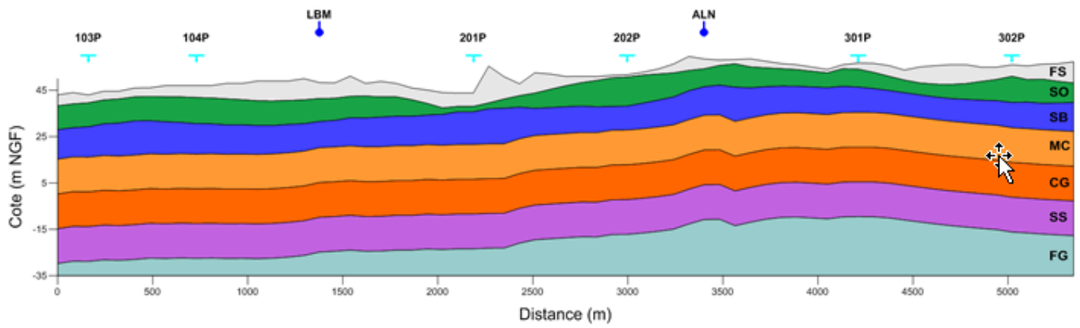
Le modèle est centré autour des gares du Blanc-Mesnil et d'Aulnay. Les limites du modèle ont été calées de façon à appréhender au mieux les effets attendus sur les éléments de sensibilité (captages AEP, sites Natura 2000, etc.).

Certains niveaux sont subdivisés en deux, voire trois couches, soit pour représenter des hétérogénéités verticales, soit pour faciliter l'intégration des objets lors des phases de simulation à l'état projet. Le modèle comprend 13 couches.

La figure ci-après présente la surface topographique du modèle où est également matérialisée la ligne 16, les gares Aulnay et Le Blanc-Mesnil, les ouvrages annexes, ainsi que le maillage. Le SMI/SMR d'Aulnay, qui fait partie du modèle, n'apparait pas sur cette figure. La coupe issue de la modélisation géologique est présentée ensuite.



Modèle hydrogéologique Le Blanc-Mesnil / Aulnay : limites et topographie du domaine (Egis, 2016)

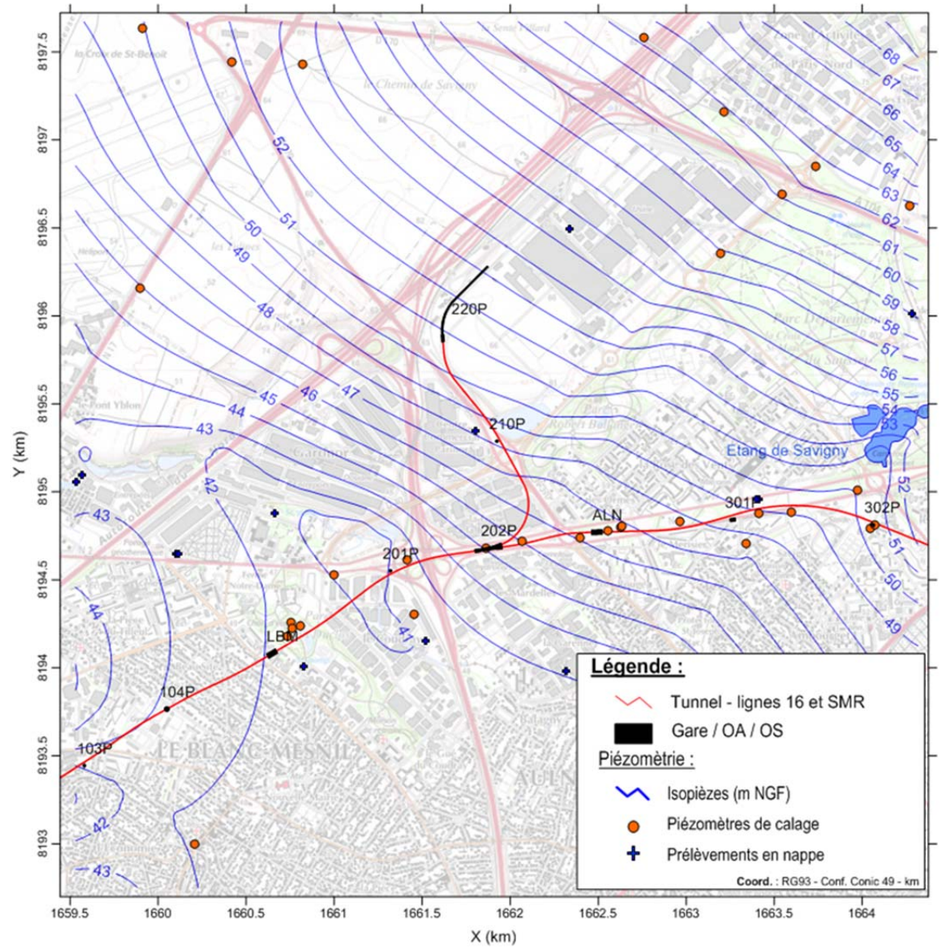


Légende :
FS : Formations superficielles
SO : Marno-calcaire de Saint-Ouen
SB : Sables de Beauchamp
MC : Marnes et Caillasses
CG : Calcaire grossier
SS : Sables supérieurs
FG : Fausses Glaises

Modèle hydrogéologique Le Blanc-Mesnil / Aulnay : coupe géologique longitudinale du projet (Egis, 2016)

Il n'y a pas de cours d'eau principal identifié sur cette zone. D'après la topographie et la géologie une vallée principale axée selon la diagonale SE-NO du modèle est observée. Une vallée mineure NE-SO vient se connecter à cette dernière. Elles sont identifiées comme zones préférentielles d'écoulement.

Huit prélèvements avec un débit significatif sont identifiés et sont pris en compte dans le modèle (dont 6 captages d'alimentation en eau potable).



Modèle hydrogéologique Le Blanc-Mesnil / Aulnay : piézométrie simulée pour la nappe du Bartonien (Egis, 2016)

Le calage est très satisfaisant avec des écarts entre les valeurs mesurées et modélisées inférieurs à 0.3 m à l'exception, et de manière marginale, de trois piézomètres. Deux de ces ouvrages, ayant un écart compris entre 0.3 m et 0.5 m, présentent des chroniques piézométriques reconstituées. La distribution des écarts ne laisse entrevoir aucune dérive par excès ou par défaut, à l'amont comme à l'aval.

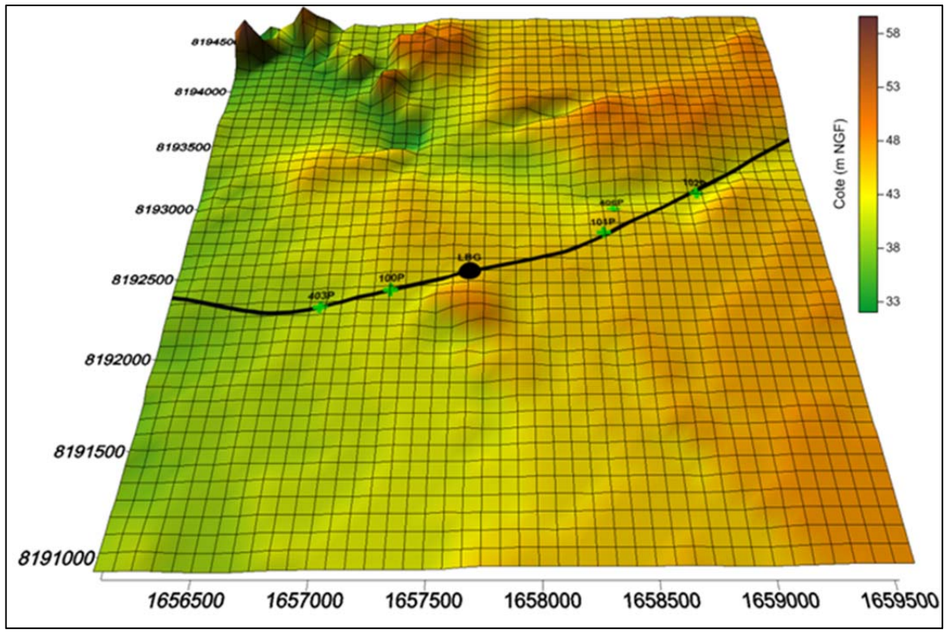
La piézométrie simulée indique que la nappe converge vers la vallée principale axée SE–NO, la composante principale de l'écoulement est orientée vers le Sud. A l'Est du modèle, les écoulements ont un gradient de l'ordre de 5 ‰ (figure ci-contre). Au niveau de la gare LBM le gradient modélisé est plus faible, il est d'environ 2.5 ‰ vers le NE. Les niveaux observés sont en accord avec ceux modélisés sur le modèle Le Bourget.

6.3.2.6. Modèle Le Bourget

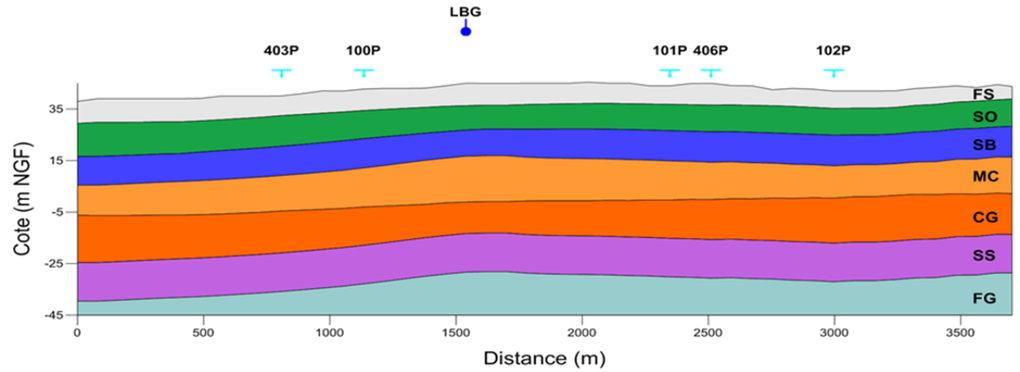
Le modèle est centré autour de la gare Le Bourget RER. Les limites du modèle ont été calées de façon à appréhender au mieux les effets attendus sur les éléments de sensibilité (captages AEP, sites Natura 2000, etc.).

Certains niveaux sont subdivisés en deux, voire trois couches, soit pour représenter des hétérogénéités verticales, soit pour faciliter l'intégration des objets lors des phases de simulation à l'état projet. Le modèle comprend treize couches.

La figure ci-après présente la surface topographique du modèle où sont matérialisés le tracé de la ligne 16 et de la partie commune aux lignes 16 et 17 Sud, la gare Le Bourget RER, les ouvrages annexes ainsi que le maillage. La coupe issue de la modélisation géologique est présentée à la suite.

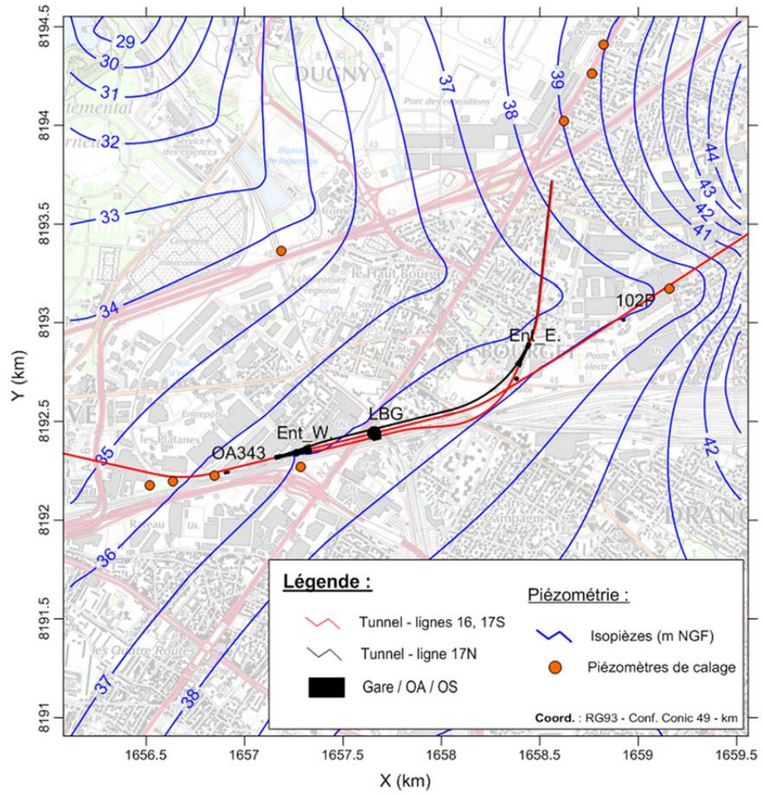


Modèle hydrogéologique Le Bourget : limites et topographie du domaine (Egis, 2016)



Modèle hydrogéologique Le Bourget : coupe géologique longitudinale du projet (Egis, 2016)

Il n'y a pas de cours d'eau principal identifié sur cette zone. D'après la topographie et la géologie, une vallée alluviale axée SE-NO est observée au NE du modèle. Cette vallée est identifiée comme axe d'écoulement.



Modèle hydrogéologique Le Bourget : piézométrie simulée pour la nappe du Bartonien (Egis, 2016)

Le calage est satisfaisant avec des écarts entre les valeurs mesurées et modélisées inférieurs à 0.5 m à l'exception, et de manière marginale, de deux piézomètres. La distribution des écarts ne laisse entrevoir aucune dérive par excès ou par défaut, à l'amont comme à l'aval.

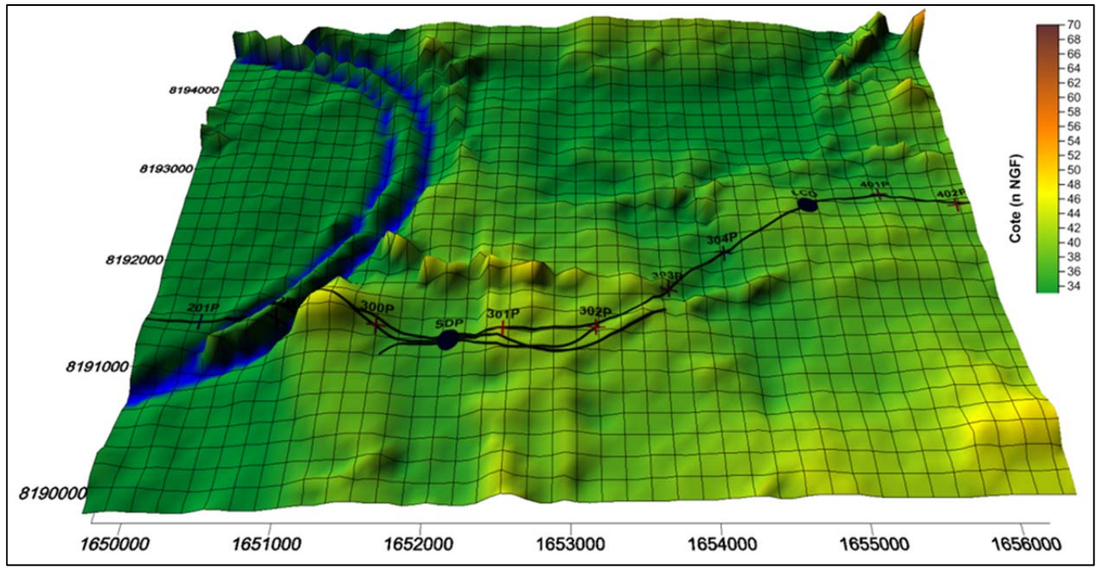
La piézométrie simulée (figure ci-contre) est en accord avec la géomorphologie. En effet, d'après la topographie et la géologie, une vallée se dessine selon un axe SE-NO au nord du modèle. Les écoulements, convergeant vers cet axe, soulignent la présence d'une vallée drainante. L'écoulement général de la nappe est quant à lui dirigé vers le NO. Un gradient de l'ordre de 2.5 ‰ est observé au niveau du projet.

6.3.2.7. Modèle La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel

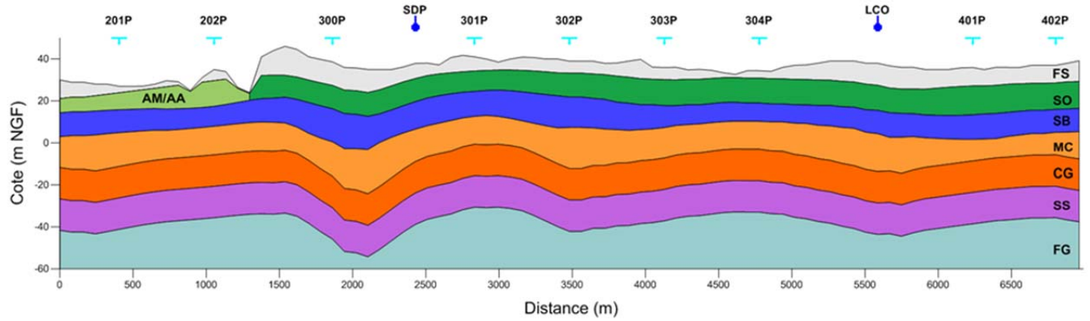
Le modèle est centré sur les gares Saint Denis Pleyel et La Courneuve « Six Routes ». A l'Ouest, le modèle est en partie délimité par la Seine. Les limites du modèle ont été calées de façon à appréhender au mieux les effets attendus sur les éléments de sensibilité (captages AEP, sites Natura 2000, etc.).

Certains niveaux sont subdivisés en deux voire trois couches, soit pour représenter des hétérogénéités verticales, soit pour faciliter l'intégration des objets lors des phases de simulation à l'état projet.

La figure ci-après présente la surface topographique du modèle où sont également matérialisés les tracés des lignes 14, 15, et 16/17, les gares, les ouvrages annexes ainsi que le maillage. La coupe issue de la modélisation géologique est présentée à la suite.



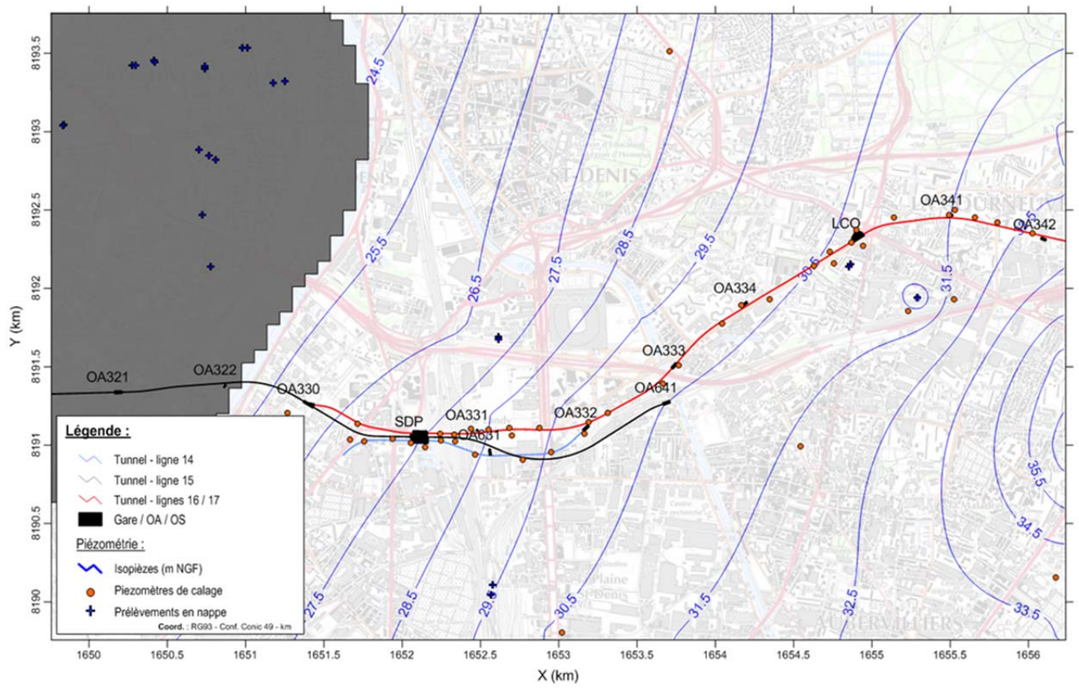
Modèle hydrogéologique Saint-Denis Pleyel / La Courneuve « Six Routes » : limites et topographie du domaine (Egis, 2016)



Modèle hydrogéologique Saint-Denis Pleyel / La Courneuve : coupe géologique longitudinale du projet (Egis, 2016)

La Seine représente une partie de la limite ouest du modèle. Elle est en interaction directe avec la nappe alluviale et indirectement avec la nappe sous-jacente et adjacente (Bartonien) et influence donc leur comportement.

Trois prélèvements avec un débit significatif sont identifiés. Ces pompages, qui influencent localement la piézométrie, ont été pris en compte dans le modèle.



Modèle hydrogéologique Saint-Denis Pleyel / La Courneuve /: piézométrie simulée pour la nappe du Bartonien (Egis, 2016)

Le calage du modèle est satisfaisant avec des écarts entre les valeurs mesurées et modélisées inférieurs à 0.5 m à l'exception, et de manière marginale, de trois ouvrages. La distribution des écarts ne laisse entrevoir aucune dérive par excès ou par défaut, à l'amont comme à l'aval.

La piézométrie simulée indique que la nappe s'écoule de l'Est vers l'Ouest avec un gradient de l'ordre de 1.8 ‰ (figure ci-contre). La Seine se trouve en position drainante et conditionne les niveaux de la nappe alluviale et la nappe du Bartonien.

6.4. Impacts en phase travaux

6.4.1. Présentation de l'analyse des effets en phase travaux

La réalisation des ouvrages (gares, ouvrages annexes et spéciaux) nécessitera la mise hors d'eau des fouilles au moyen de dispositifs de rabattement (puits de pompage, pointes filtrantes,…) sur des durées variables et selon un planning de travaux relativement complexe. Ces opérations s'effectueront toutes à l'abri d'enceintes étanches en paroi moulée et pour certains ouvrages avec des dispositions d'isolement hydraulique renforcées par le recours à des jupes et/ou des fonds injectés. Prises dans leur ensemble, ces dispositions constructives ont pour objectif de limiter autant que possible les débits à gérer en fond de fouille et donc l'impact des rabattements sur la nappe comme sur les zones et points sensibles.

Par ailleurs, le fonctionnement des tunneliers (jusqu'à 9 sur l'ensemble du projet) nécessite une alimentation en eau à un débit estimé de manière sécuritaire à 50 m^3/h par tunnelier. Pour des raisons pratiques il est envisagé d'obtenir ces débits par des pompages en nappe au niveau des puits d'attaque des tunneliers et dans les aquifères accessibles (depuis le fond fouille) et les plus productifs.

La phase travaux s'accompagnera donc de prélèvements en nappe dont il s'agit ici d'apprécier les effets aussi bien vis-à-vis des nappes elles-mêmes que des zones et points sensibles en interaction. Il convient de souligner que ces effets ont un caractère temporaire et qu'ils se manifesteront sur des durées de quelques années au plus selon le phasage prévisionnel résumé en page suivante (les tunneliers sont repérés par le préfixe T).

6.4.2. Simulations de l'effet de rabattement en phase travaux

6.4.2.1. Principes et méthodes

Pour ces simulations de phase travaux les tunnels ne sont pas représentés dans la mesure où, comme il a été précisé plus haut, leur effet hydrogéologique est négligeable et qu'il serait aussi nécessaire de prendre compte leur progression en ajoutant une complexité supplémentaire sans réel intérêt.

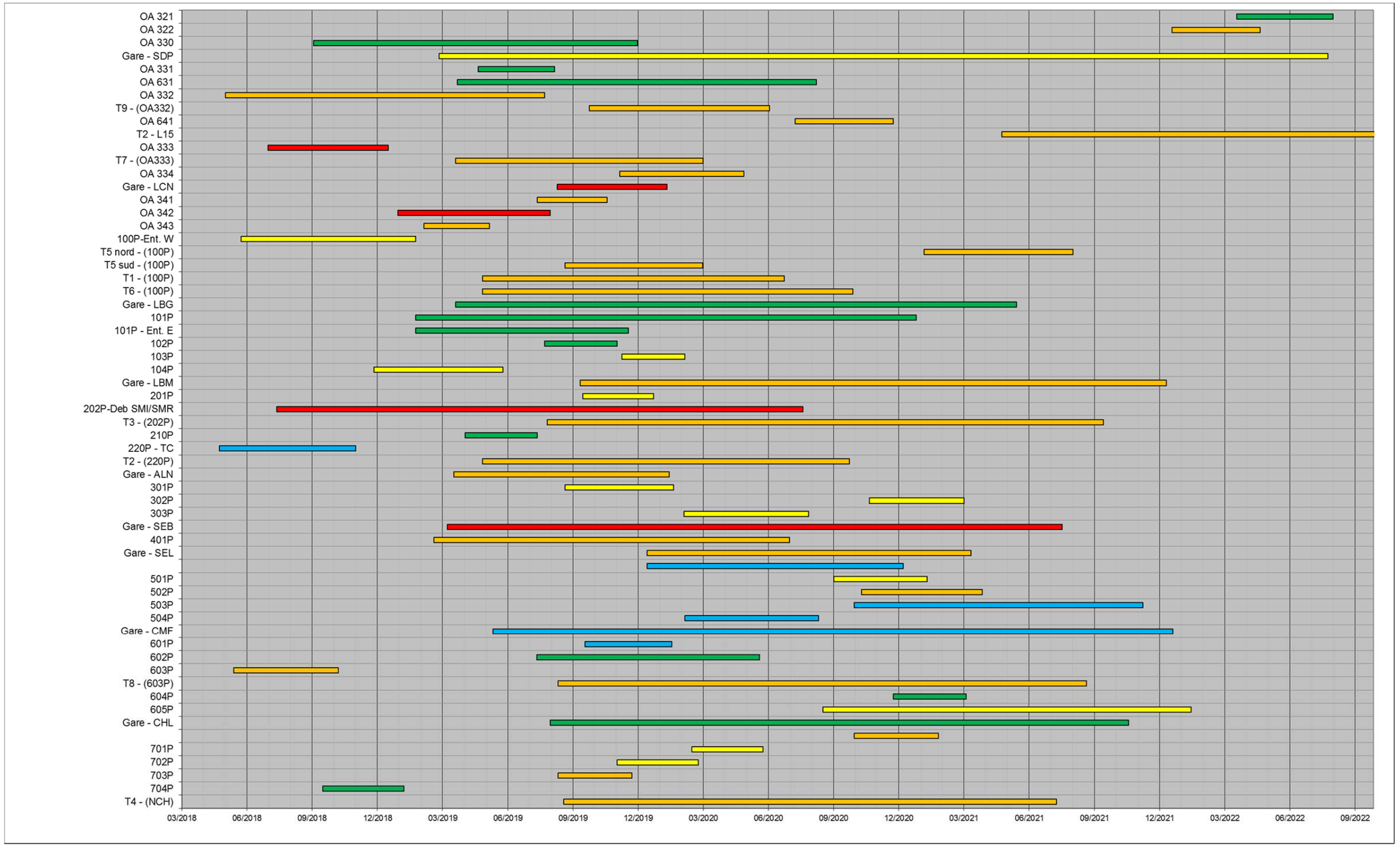
Les perméabilités retenues sont de 10^{-8} m/s pour les parois moulées et 2.10^{-6} m/s pour les sols injectés (jupes et bouchons).

Les rabattements sont représentés par une condition de charge imposée en fond de fouille abaissé de 1 m.

Les pompages d'alimentation des tunneliers sont placés au droit des puits d'attaque (puits d'entrée de tunnelier) en appliquant une condition de débit de 50 m^3/h. Dans la totalité des cas, ces débits sont prélevés dans les sables yprésiens (SS) qui présentent une transmissivité relativement élevée et se trouvent à la plus grande profondeur par rapport au projet.

La synthèse des débits et volumes pompés par ouvrage est présentée dans la partie E3, au chapitre V.6 « Eaux superficielles et risques associés » au paragraphe 4.4.4.2.

La longueur des traits représentés sur la figure suivante correspond à la durée des travaux nécessitant un pompage en nappe. A noter que les débits de pompage peuvent varier entre les différents ouvrages et dans le temps pour un ouvrage donné.



Légende : classes de débits en m^3/heure

] 0 - 25] m^3/h

] 50 - 100] m^3/h

Pas de valeur connue

] 25 - 50] m^3/h

> 100 m^3/h

Phasage général des travaux de rabattement et de fonctionnement des tunneliers (Egis, 2016)

Comme pour les simulations des effets barrage, l'impact est par convention défini par l'écart (Δh) entre piézométrie simulée à l'état final ou projet (h_ef) et piézométrie simulée à l'état initial (h_ei) : Δh = h_ef - h_ei. S'agissant de pompage produisant un abaissement des niveaux d'eau, cet écart est ici toujours négatif et sera désigné sous le terme de rabattement.

L'état initial correspond aux modèles calés. Toutefois, comme cela a été annoncé précédemment au chapitre 6.3.1.2, des tests préalables ont montré de possibles effets de bord sous les conditions de débit les plus extrêmes. Quatre des six modèles (Saint-Denis Pleyel/ La Courneuve, Le Bourget, Aulnay / Le Blanc-Mesnil, et Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry) ont ainsi été étendus selon les principes de construction admis pour les modèles de départ et en conservant les résultats qualité de calage.

Pour ces modèles, les plans d'eau connus pour être en relation avec une nappe de surface sont représentés en respectant leur géométrie et en leur attribuant une perméabilité de 1 m/s de façon à permettre l'établissement d'une surface d'eau plane. C'est le cas de certains étangs de trois entités de la Zone de Protection Spéciale des sites de Seine-Saint-Denis (Natura 2000) : étangs du Vallon et des Brouillards du parc départemental Georges Valbon, marais et étang de Savigny du parc départemental du Sausset, et les trois étangs du parc forestier de la Poudrerie à Sevran. Notons que d'autres plans d'eau sont présents sur ces mêmes zones mais n'ont pas de relation avec une nappe puisqu'étanchés par le fond et les berges, certains étant même alimentés par des pompages en nappe (cas du Grand Lac du parc départemental Georges Valbon).

6.4.2.2. Stratégie et hypothèses de simulation

Le phasage de travaux montre que les opérations d'épuisement des fouilles comme le fonctionnement des puits d'alimentation des tunneliers se répartissent sur des durées et sur des périodes différentes selon la nature et l'importance des ouvrages. Il n'y a donc pas concomitance de l'ensemble des pompages du tunnel et de l'ensemble des pompages pour les ouvrages et il ne serait pas cohérent de les considérer comme tels, notamment au risque d'être excessivement majorant sur les impacts. Par ailleurs, la prise en compte du phasage réel nécessiterait de passer par des simulations en régime transitoire, lesquelles se heurteraient à des incertitudes et des difficultés techniques majeures, à commencer par la connaissance préalable des coefficients d'emmagasinement et le calage des modèles en transitoire.

Partant de ce constat il a été choisi de :

- Conserver une approche en **régime permanent**.
- Décomposer le phasage en une série de **scénarios caractéristiques des périodes les plus représentatives et/ou potentiellement les plus impactantes au regard des débits attendus**. Cette décomposition présentée sur la figure suivante a été considérée à l'échelle de chaque modèle : de 1 à 4 scénarios par modèle, nommés A, B, C, D, représentés par des plages de couleur bleue ;
- Définir, de la même manière, quatre « **super-scénarios** » **par assemblage des scénarios locaux pour rendre compte des effets intégrés à l'échelle du projet**. Ils ont été choisis en fonction des résultats des scénarios locaux de façon à en optimiser la représentativité. Ils sont symbolisés sur la figure en page suivante par des traits verticaux rouges associant les scénarios.

Le nombre et la nomenclature des scénarios locaux sont les suivants :

- 3 pour le modèle Saint-Denis Pleyel / La Courneuve : scénarios A, B et C ;
- 4 pour le modèle Le Bourget : scénarios A, B, C et D ;
- 3 pour le modèle Aulnay / Le Blanc-Mesnil : scénarios A, B et C ;
- 3 pour le modèle Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry : scénarios A, B et C ;
- 1 seul pour le modèle Clichy-Montfermeil : scénario A ;
- 2 pour le modèle Chelles : scénarios A et B.

A noter que pour certains super-scénarios, les modèles de Chelles et de Clichy-Montfermeil ne sont pas pris en compte. Cela est dû au fait que seuls les pompages dans la nappe du Bartonien sont cumulables avec les rabattements effectués sur les autres projets.

La nomenclature et la composition des super-scénarios sont les suivantes :

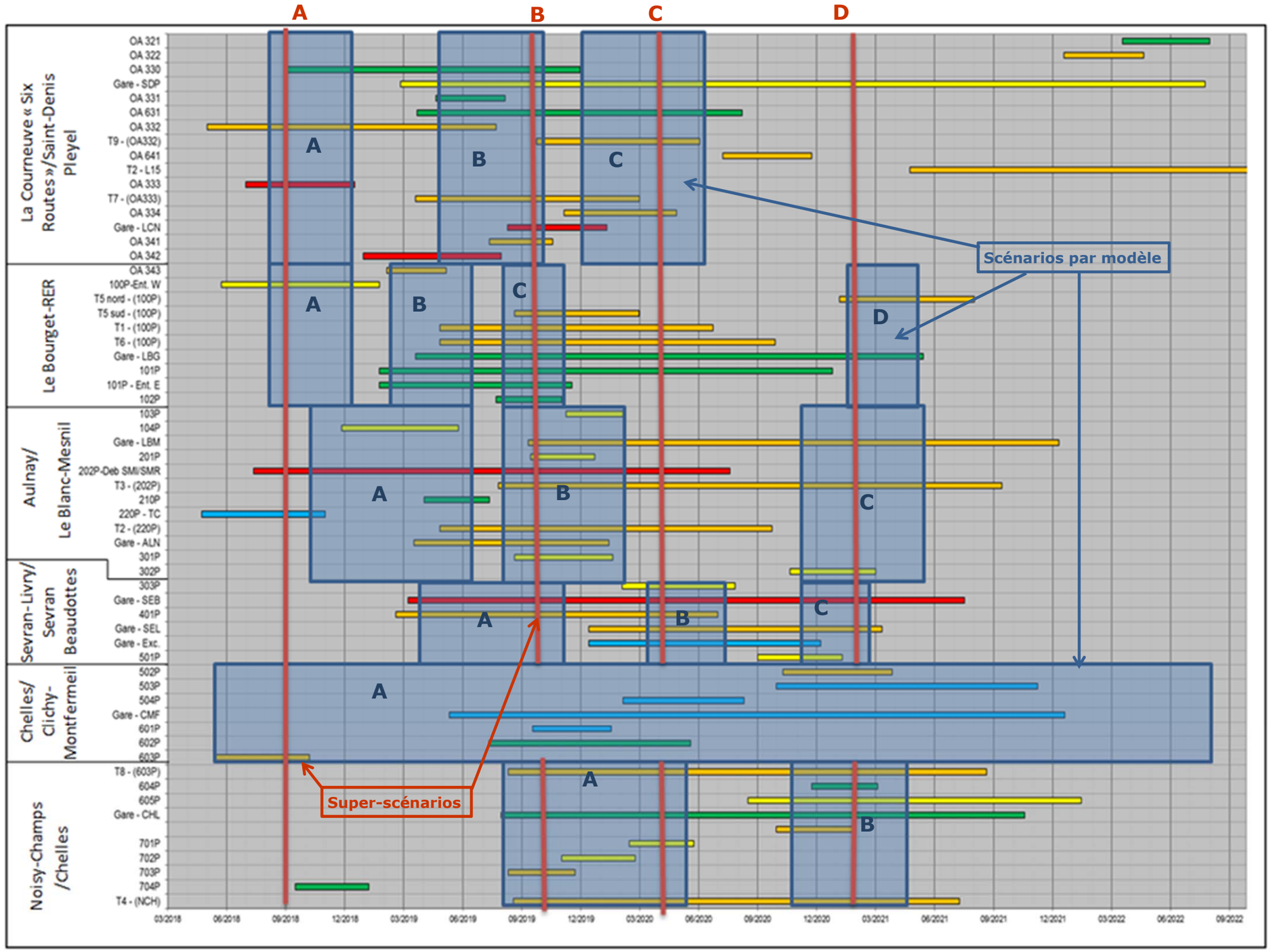
- Super-scénario A : Saint-Denis Pleyel / La Courneuve A + Le Bourget A + Clichy-Montfermeil A ;
- Super-scénario B : Saint-Denis Pleyel / La Courneuve B + Le Bourget C + Aulnay / Le Blanc-Mesnil B + Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry A + Chelles A ;
- Super-scénario C : Saint-Denis Pleyel / La Courneuve C + Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry B + Chelles B ;
- Super-scénario D : Le Bourget D + Aulnay / Le Blanc-Mesnil C + Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry C + Chelles B.

6.4.2.3. Résultats et commentaires

Les résultats obtenus sont présentés en pages suivantes sous forme :

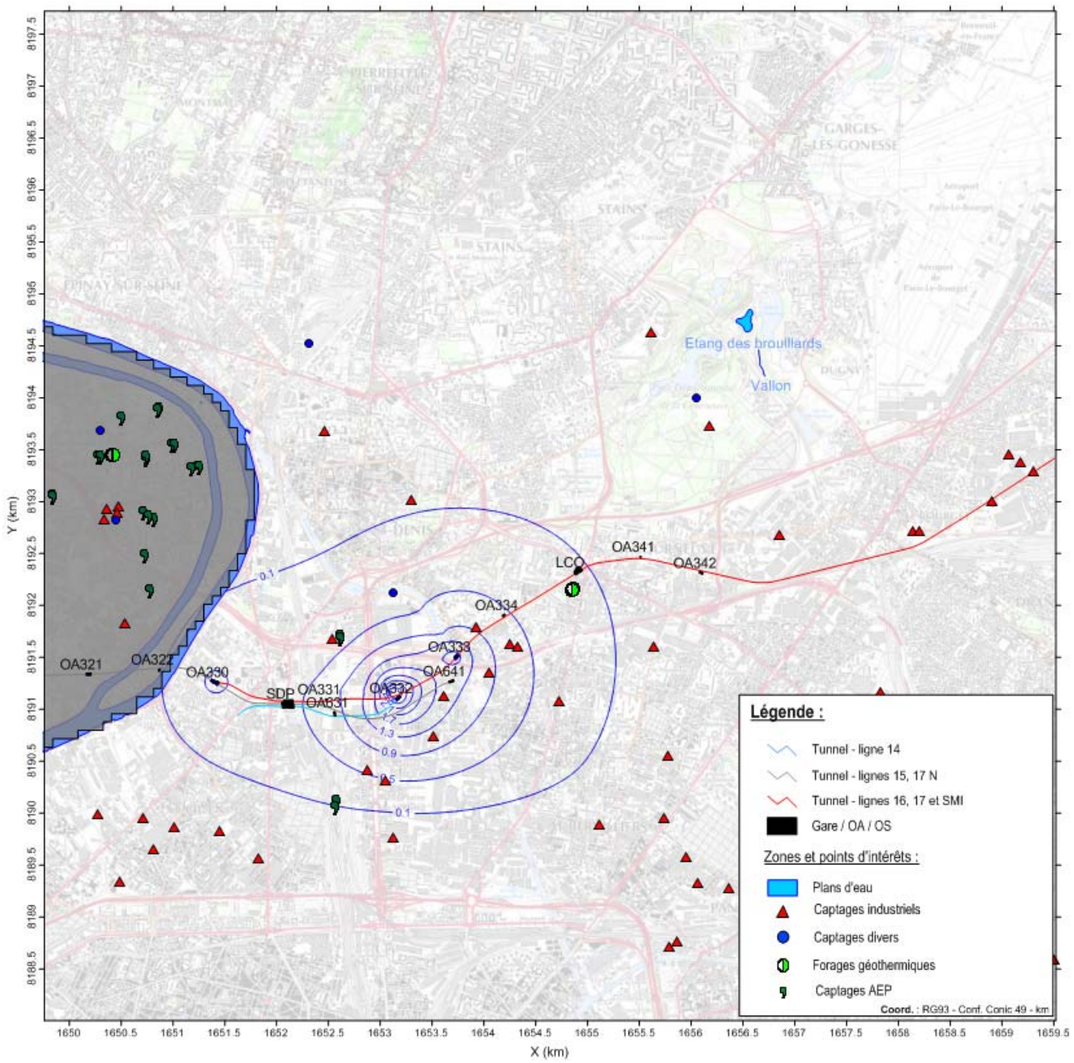
- Pour chaque modèle et chaque scénario :
  - De carte de rabattement ;
  - De tableaux de synthèse des débits associés aux opérations de rabattement en fond fouille et, le cas échant, de pompage pour l'alimentation en eau des tunneliers.
- Pour les super-scénarios :
  - De carte générale de rabattement ;
  - De tableaux de synthèse des rabattements au droit des plans d'eau et des marais des sites Natura 2000 ;
  - De tableaux de synthèse des rabattements sur les captages AEP.

L'unité des iso-valeurs affichées sur l'ensemble des cartes pages suivantes est le mètre.

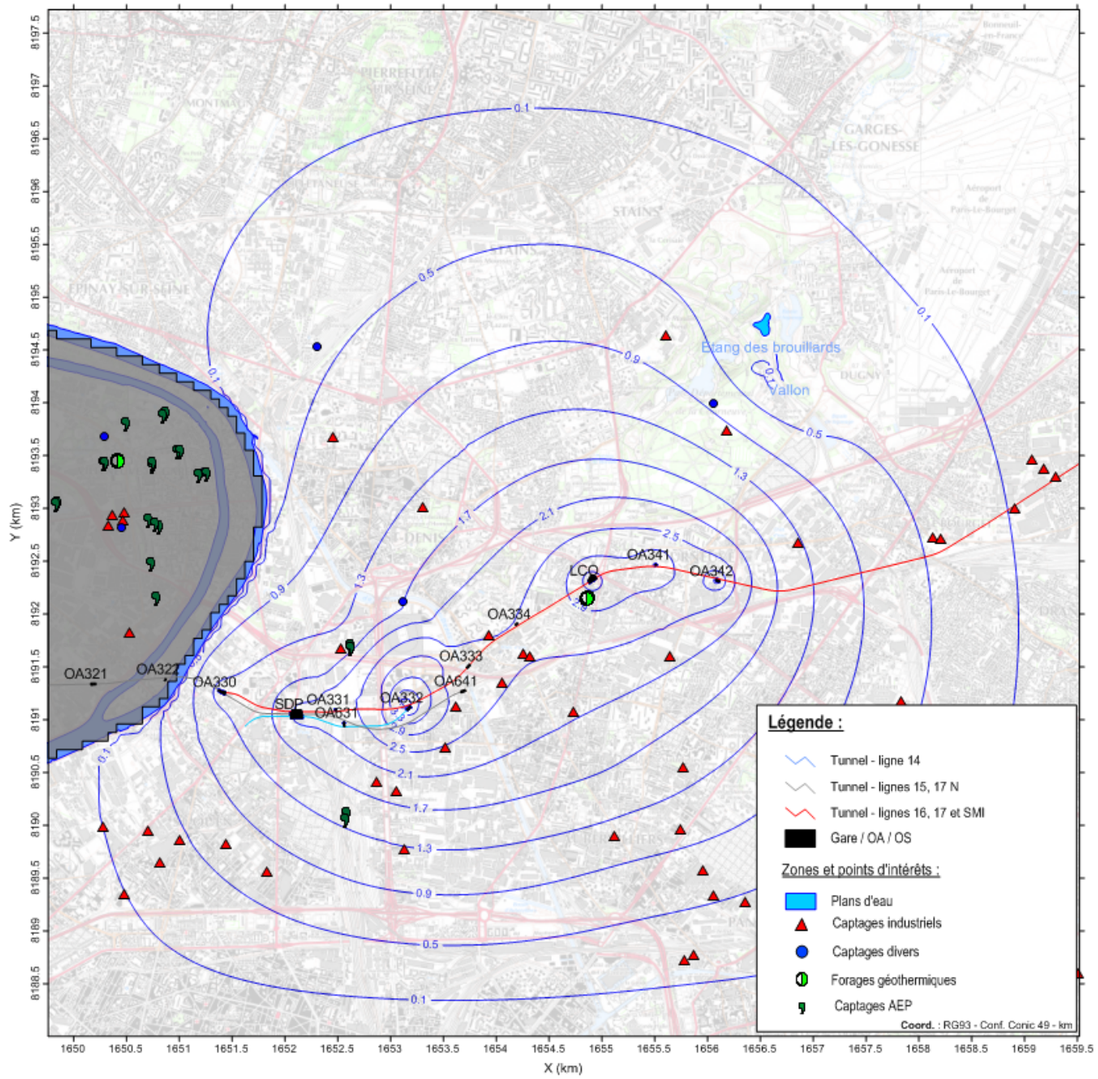


Définition des scénarios de simulation (blocs bleus A, B, C, D) et des super-scénarios (lignes verticales rouges associant des scénarios) (Egis, 2016)

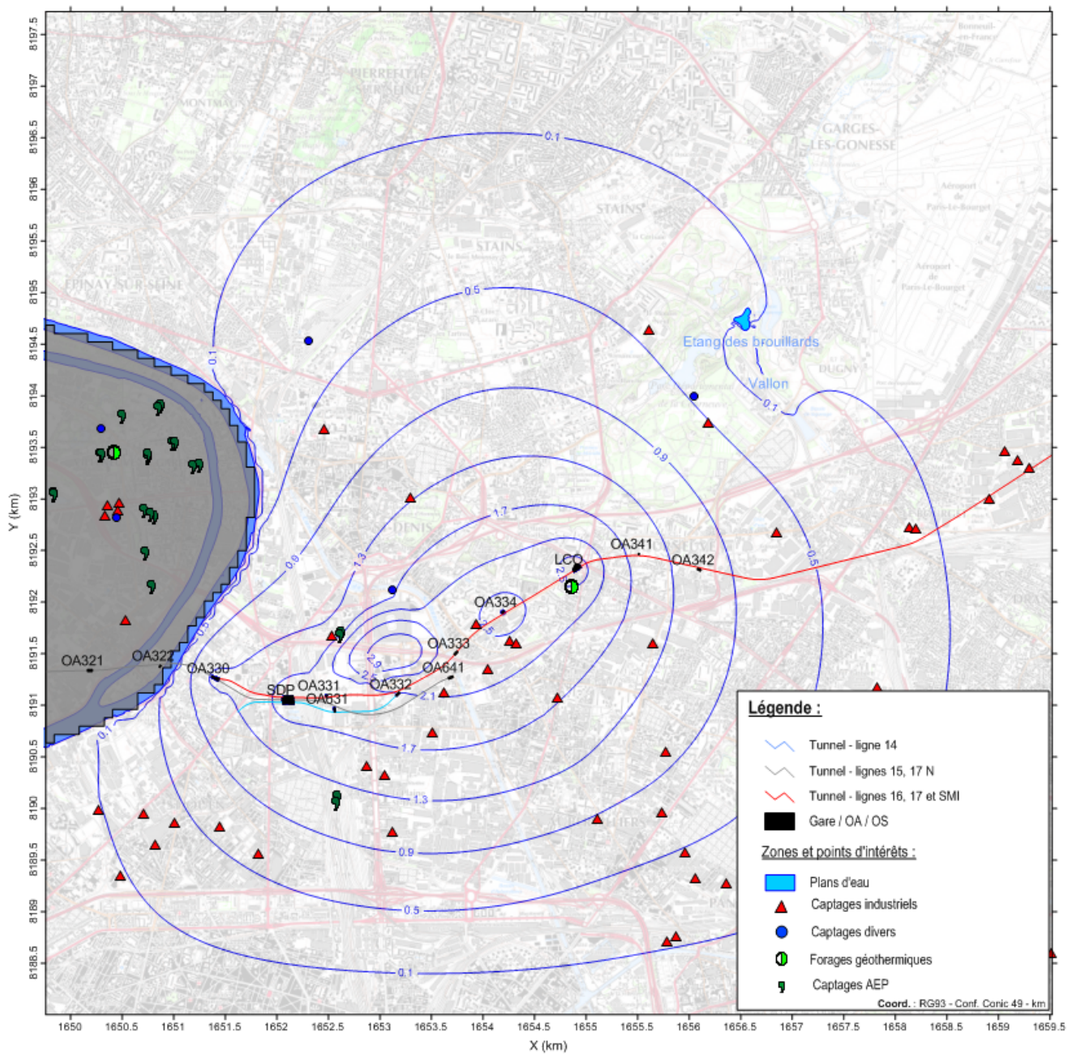
6.4.2.4. Modèle Saint-Denis Pleyel / La Courneuve



Modèle Saint-Denis Pleyel / La Courneuve : carte de rabattement, scénario A (Egis, 2016)



Modèle Saint-Denis Pleyel / La Courneuve : carte de rabattement, scénario B (Egis, 2016)



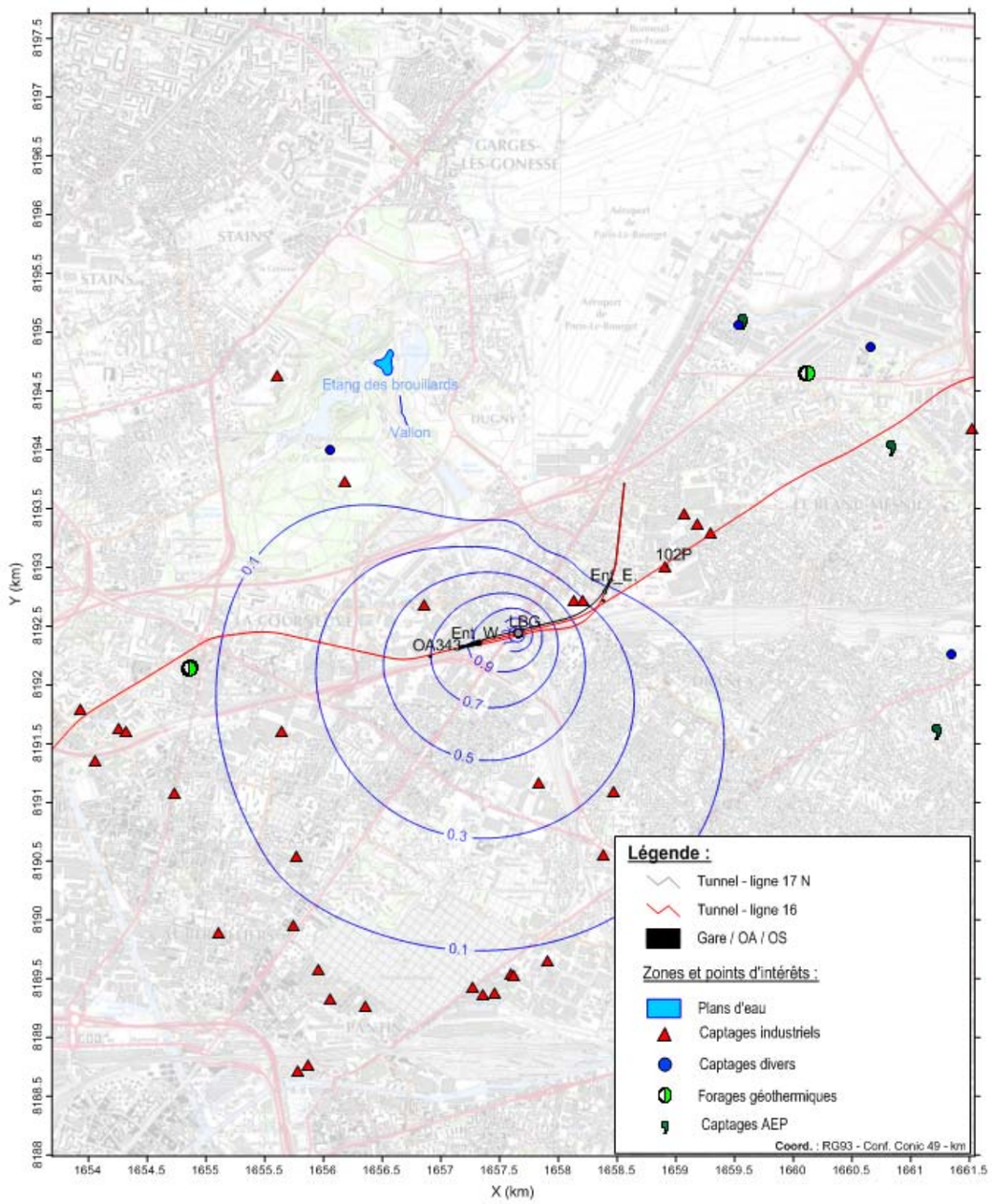
Modèle Saint-Denis Pleyel / La Courneuve : carte de rabattement, scénario C (Egis, 2016)

Ouvrage	Scénario A	Scénario B	Scénario C
OA 3300P - Bd Finot	25,9	24,0	24,4
Gare Saint-Denis Pleyel (enceinte principale)	-	66,4	73,3
Gare Saint-Denis Pleyel (excroissance sud-ouest)	-	180,5	188,5
OA 3301P – Place aux Etoiles	-	53,1	-
OA 6301P – Rue des Cheminots	-	4,8	4,9
OA 3302P – Stade N. Mandela	73,0	70,4	-
Tunnelier T9 (OA 3302P)	-	50,0	50,0
OA 6401P – Rue des Abricots	-	-	-
OA 3303P – Chemin du Haut Saint-Denis	32,00	-	-
Tunnelier T7 (OA 3303P)	-	50,0	50,0
OA 3304P – Rue F. de Préssensé	-	-	35,7
Gare La Courneuve « Six Routes »	-	59,1	60,1
OA 3401P – Av de la République	-	51,9	-
OA 3402P – Rue D. September	-	37,7	-

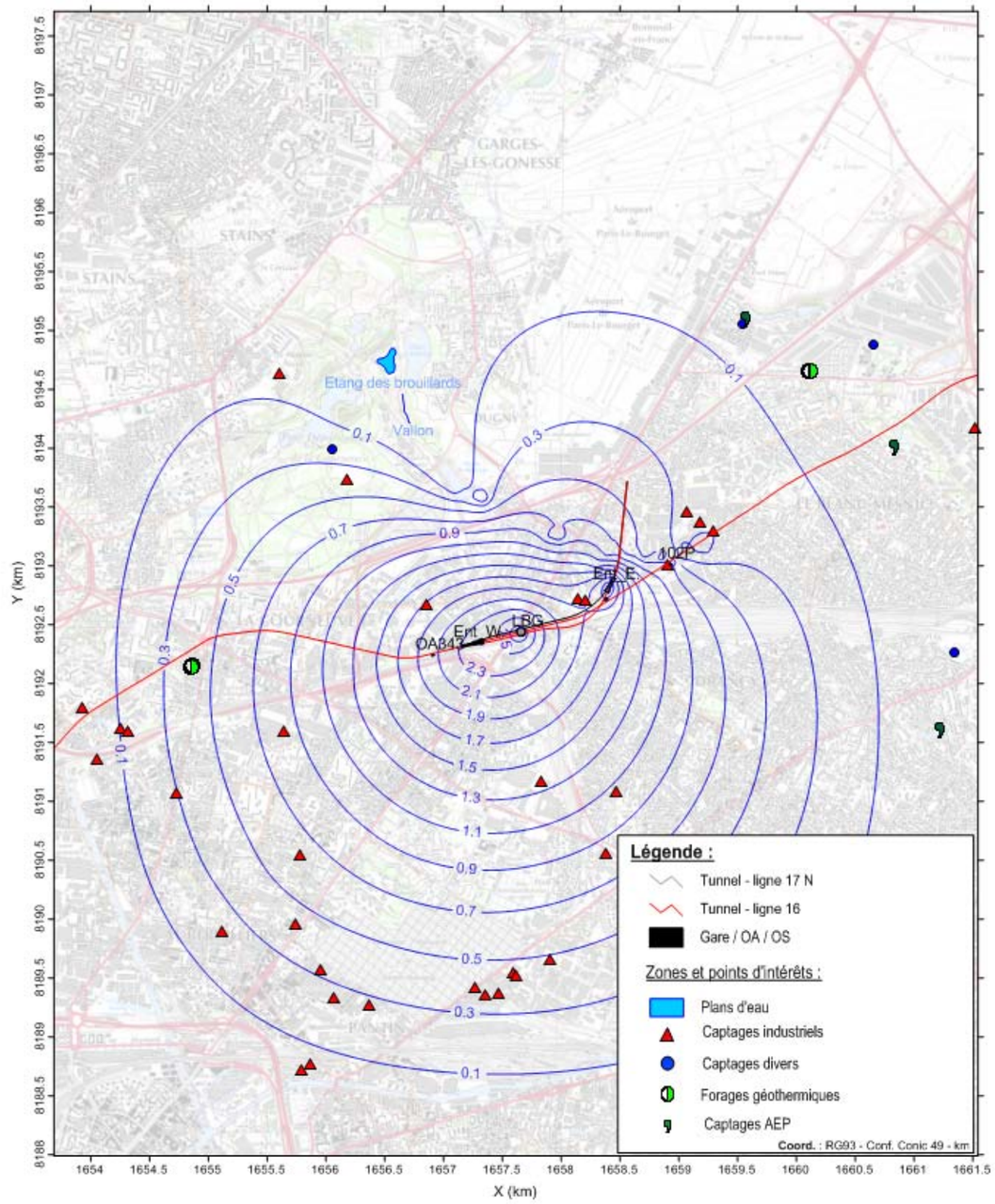
Modèle Saint-Denis Pleyel / La Courneuve « Six Routes »: synthèse des débits de rabattement et de pompage (m^3/h) (Egis, 2016)

La synthèse des débits de rabattement et de pompage du modèle Saint-Denis Pleyel / La Courneuve « Six Routes » fait apparaitre que ce sont les scénarios B et C qui sont les plus impactants.

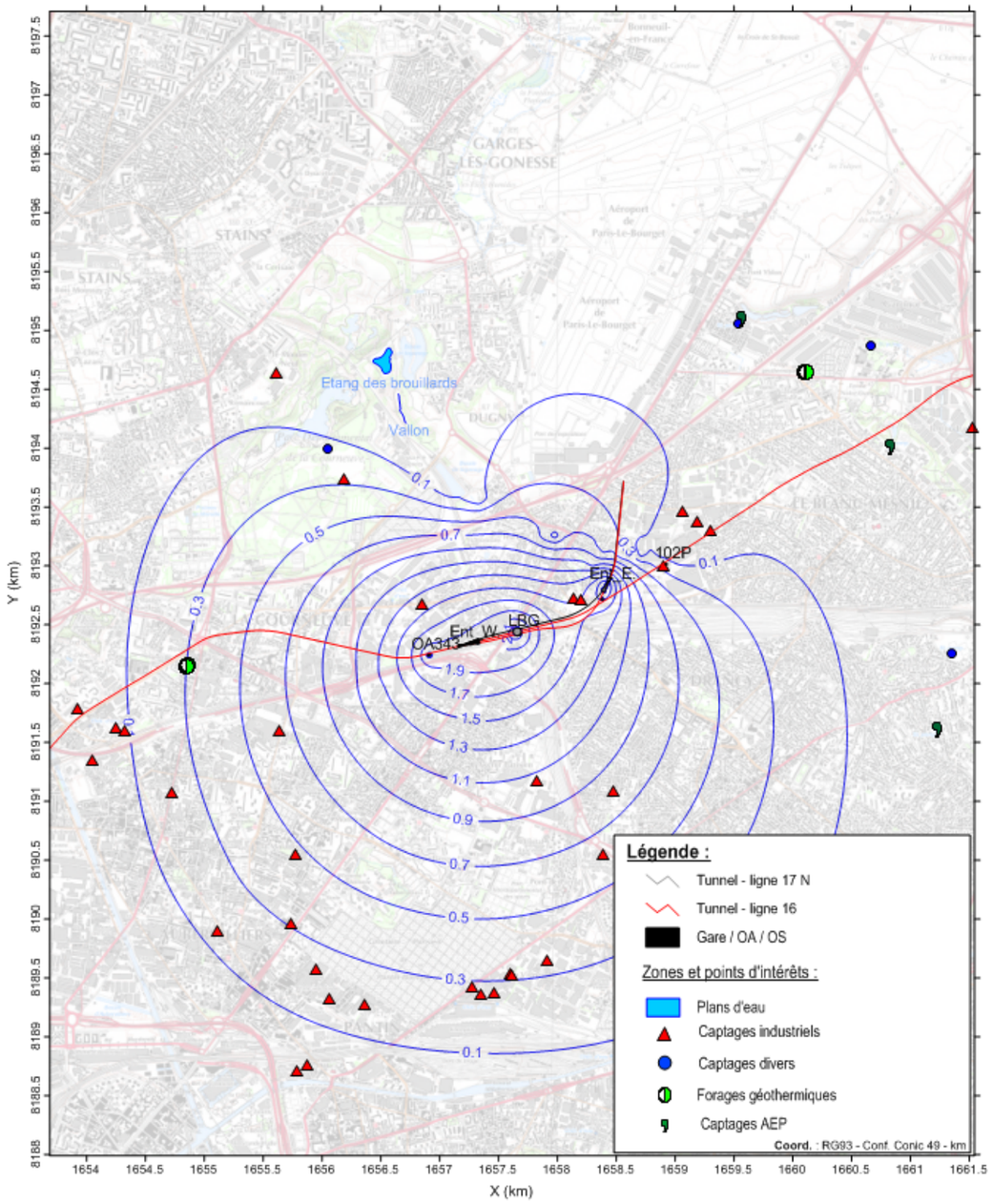
6.4.2.5. Modèle Le Bourget



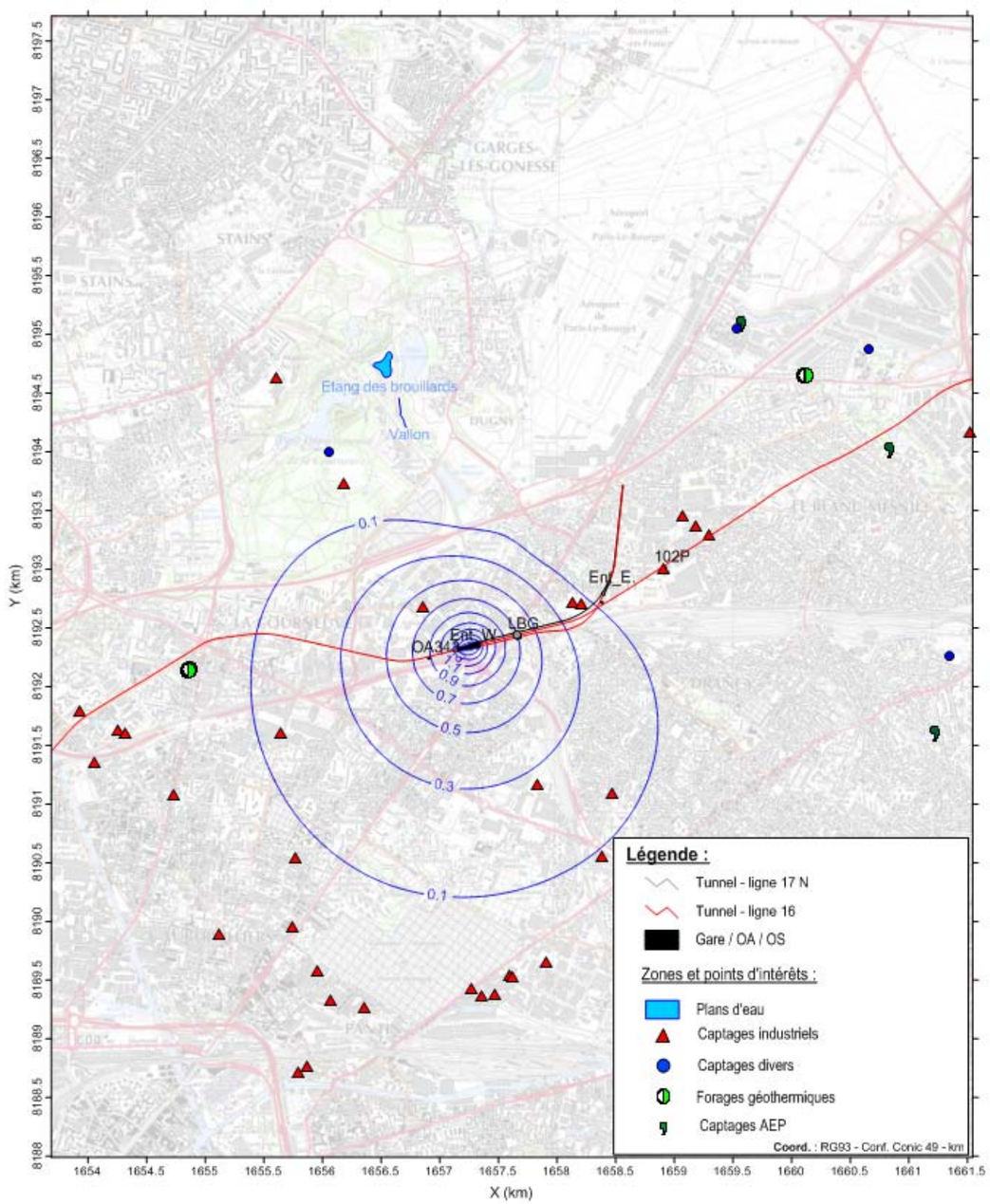
Modèle Le Bourget : carte de rabattement, scénario A (Egis, 2016)



Modèle Le Bourget : carte de rabattement, scénario B (Egis, 2016)



Modèle Le Bourget : carte de rabattement, scénario C (Egis, 2016)



Modèle Le Bourget : carte de rabattement, scénario D (Egis, 2016)

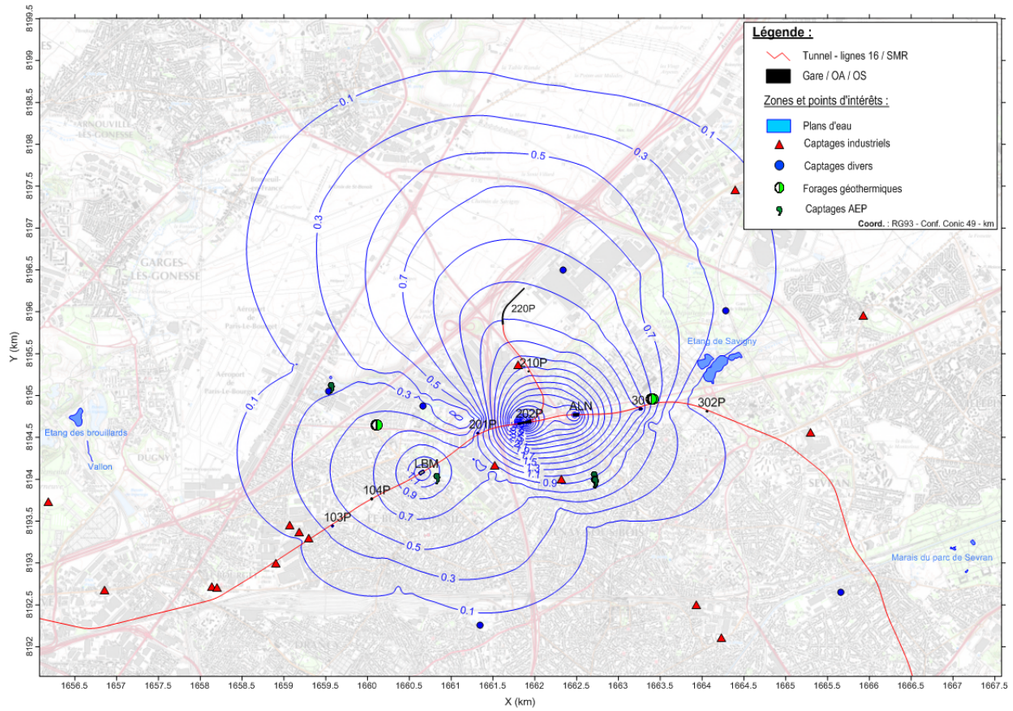
Ouvrage	Scénario A	Scénario B	Scénario C	Scénario D
OA 3403P - Rue de Verdun	-	15	-	-
OA 0100P - Entonnement Ouest - Rue de Verdun	61,7	-	-	-
Tunnelier T5 Nord (OA 0100P)	-	-	-	50,0
Tunnelier T5 Sud (OA 0100P)	-	50,0	50,0	
Tunnelier T1 (OA 0100P)	-	50,0	50,0	
Tunnelier T6 Nord (OA 0100P)		50,0	50,0	
Gare Le Bourget RER	-	44,2	48,3	55,5
OA 0101P - Entonnement Est - Rue du Cdt Rolland	-	32,4	32,4	-
OA 0102P - Rue E. Vaillant	-	-	14,7	-
OA 0103P - Av C. Floquet	-	4,3	-	-

Modèle Le Bourget : synthèse des débits de rabattement et de pompage (m^3/h) (Egis, 2016)

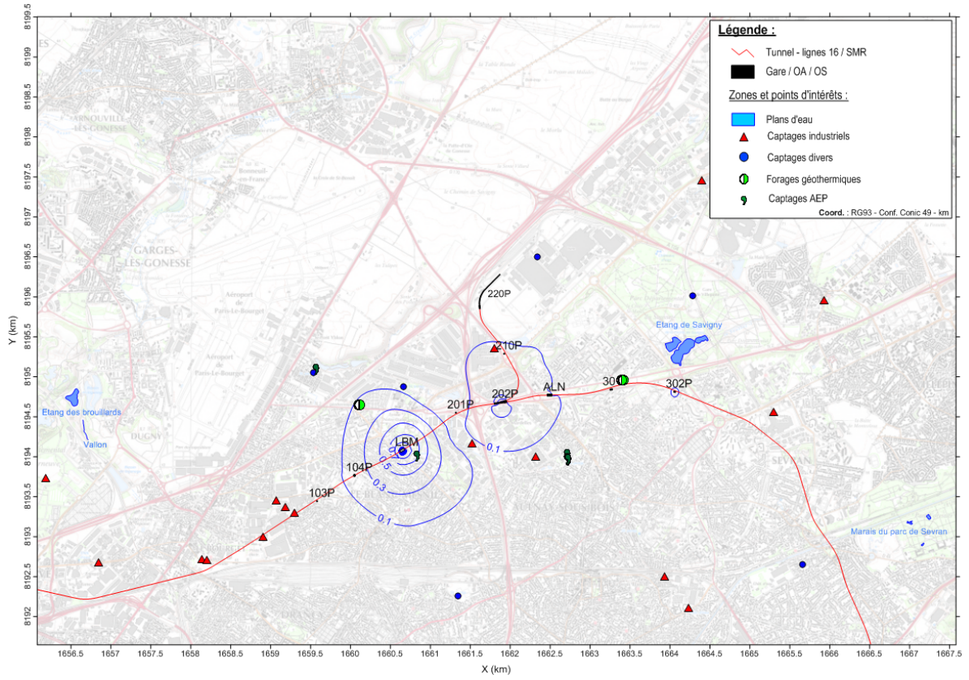
La synthèse des débits de rabattement et de pompage du modèle du Bourget fait apparaître le scénario B comme le plus impactant.

6.4.2.6. Modèle Aulnay / Le Blanc-Mesnil

Modèle Aulnay / Le Blanc-Mesnil : carte de rabattement, scénario A (: Egis, 2016)



Modèle Aulnay / Le Blanc-Mesnil : carte de rabattement, scénario B (Egis, 2016)



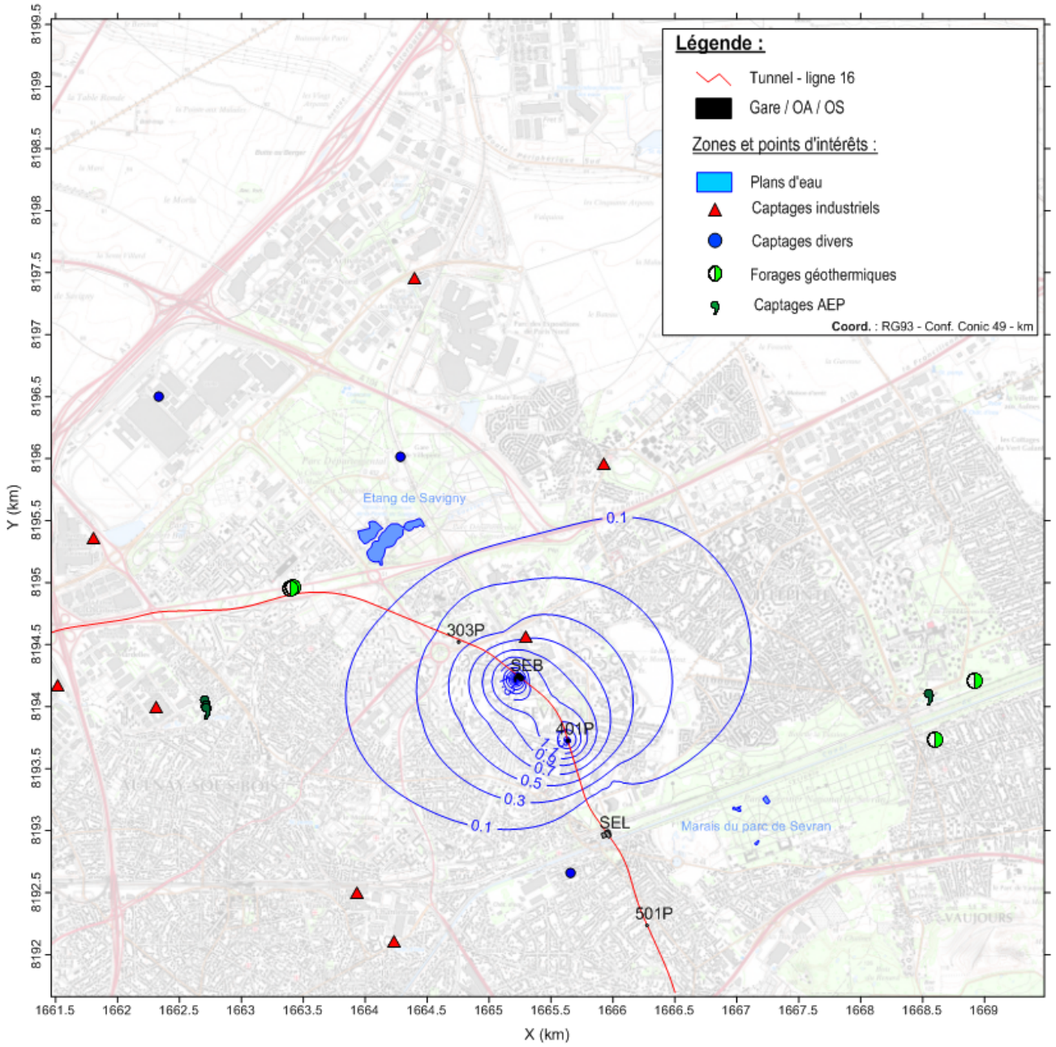
Modèle Aulnay / Le Blanc-Mesnil : carte de rabattement, scénario C (: Egis, 2016)

Ouvrage	Scénario A	Scénario B	Scénario C
OA 0104P - Rue V. Hugo	31,1	-	-
Gare Le Blanc-Mesnil	-	67,0	68,7
OA 0201P – Echangeur A3	-	15,6	-
OA 0202P – Débranchement SMI-SMR	47,6	47,1	-
Tunnelier T3 (OA 0202P)	50,0	50,0	-
OA 0210P – Rd-pt RD40	-	-	-
OA 0220P – Ancien site PSA	31,3	-	-
Tunnelier T3 (OA 0220P)	50,0	50,0	
Gare Aulnay	75,1	18,5	-
OA 0301P - Carrefour Bd M. Chagall / Rue E. Delacroix	-	-	8,2
OA 0302P – Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy	-	-	6,3

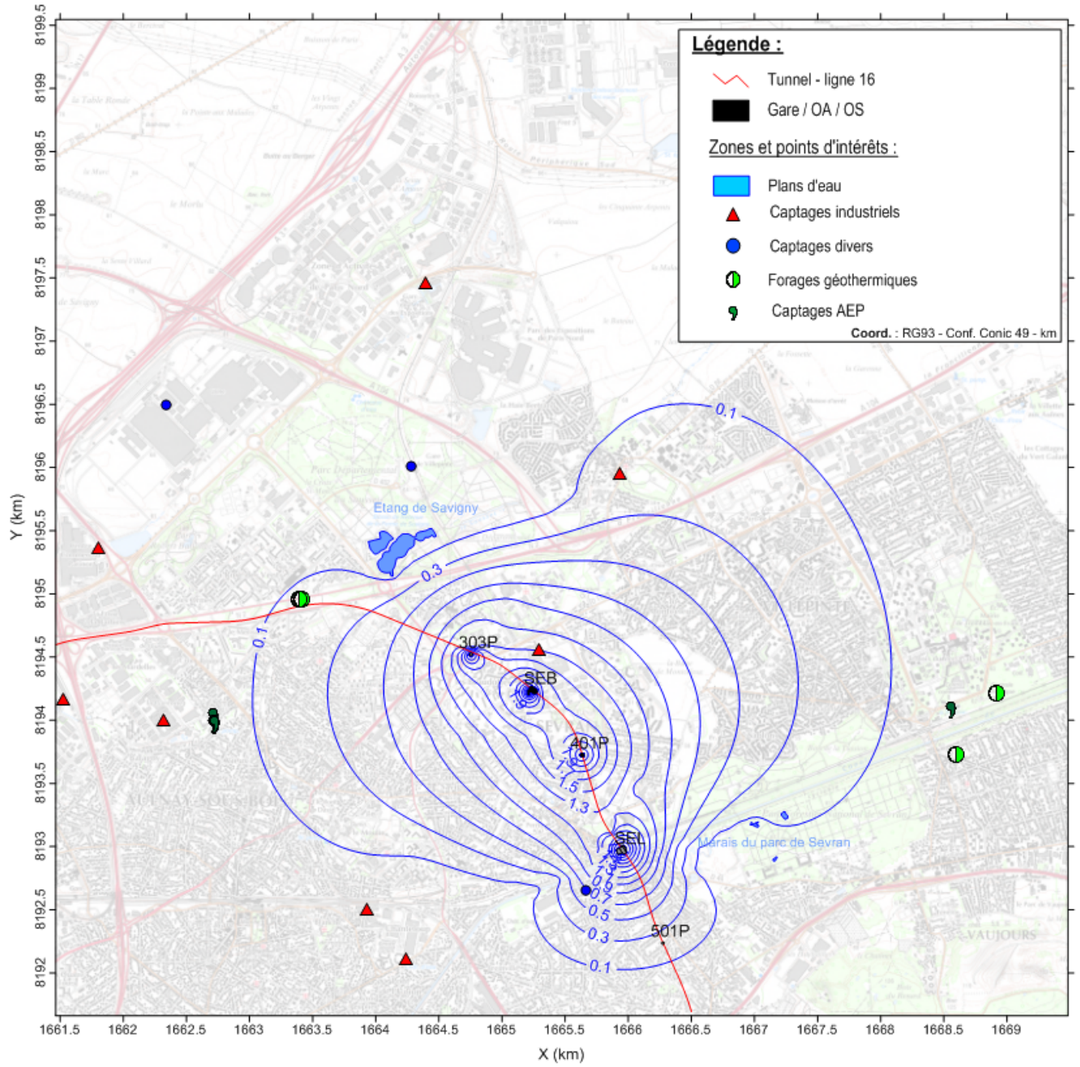
Modèle Aulnay / Le Blanc-Mesnil : synthèse des débits de rabattement et de pompage (m^3/h) (Source : Egis, 2016)

La synthèse des débits de rabattement et de pompage du modèle Aulnay / Le Blanc-Mesnil fait apparaître le scénario B comme le plus impactant.

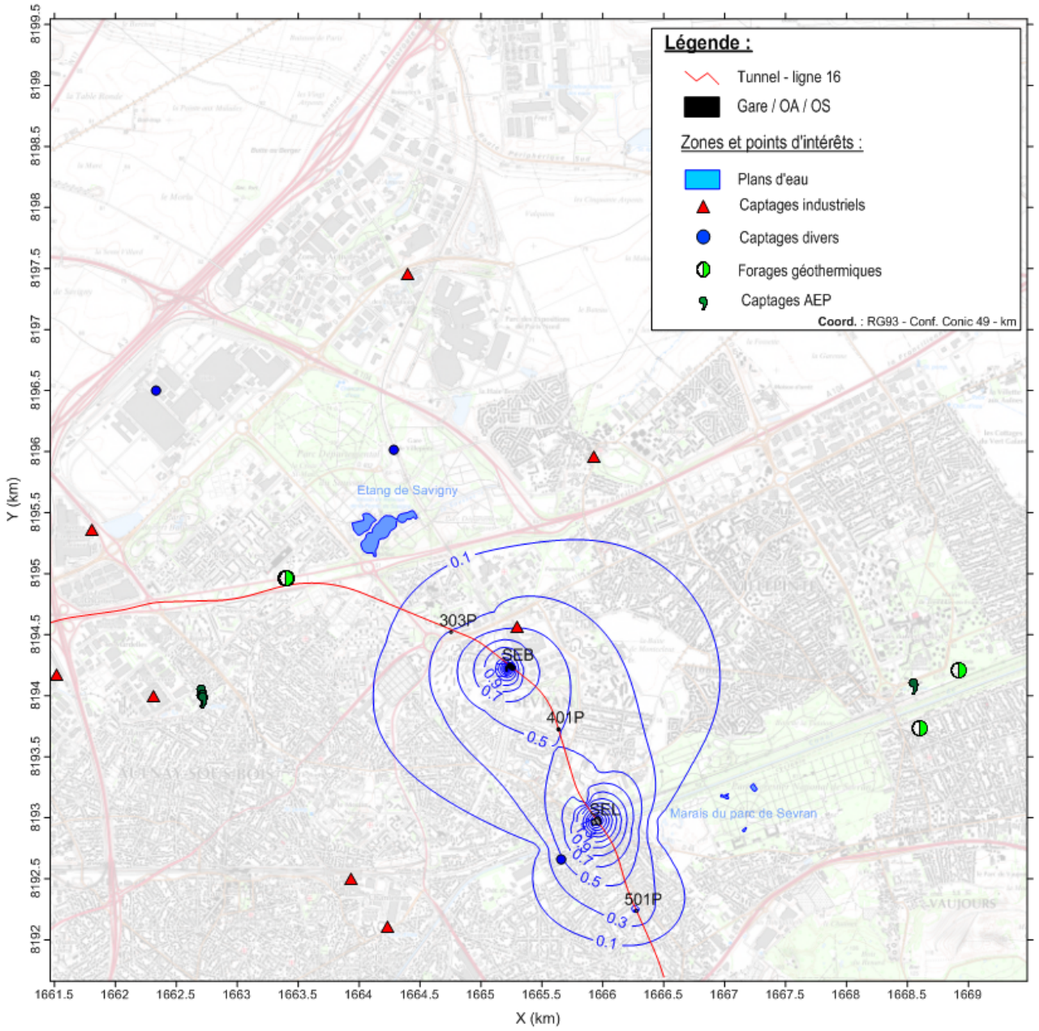
6.4.2.7. Modèle Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry



Modèle Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry: carte de rabattement, scénario A (Egis, 2016)



Modèle Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry: carte de rabattement, scénario B (Egis, 2016)



Modèle Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry: carte de rabattement, scénario C (Egis, 2016)

Ouvrage	Scénario A	Scénario B	Scénario C
OA 0303P - Rue du Dr Fleming	-	48,0	-
Gare Sevran-Beaudottes	56,2	54,8	56,5
OA 0401P - Rue H. Becquerel	65,2	64,7	-
Gare Sevran-Livry	-	100,1	102,2
OA 0501P - Chemin de la Mare au Chanvre	-	-	22,9

Modèle Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry : synthèse des débits de rabattement et de pompage (m^3/h) (Egis, 2016)

La synthèse des débits de rabattement et de pompage du modèle Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry fait apparaître le scénario B comme le plus impactant.

6.4.2.8. Modèle Clichy-Montfermeil

Quelques précisions sont nécessaires pour une bonne compréhension des résultats et de leur conséquence. Sur le secteur du plateau de Clichy et plus particulièrement de la gare Clichy-Montfermeil, trois nappes superposées coexistent, avec de haut en bas :

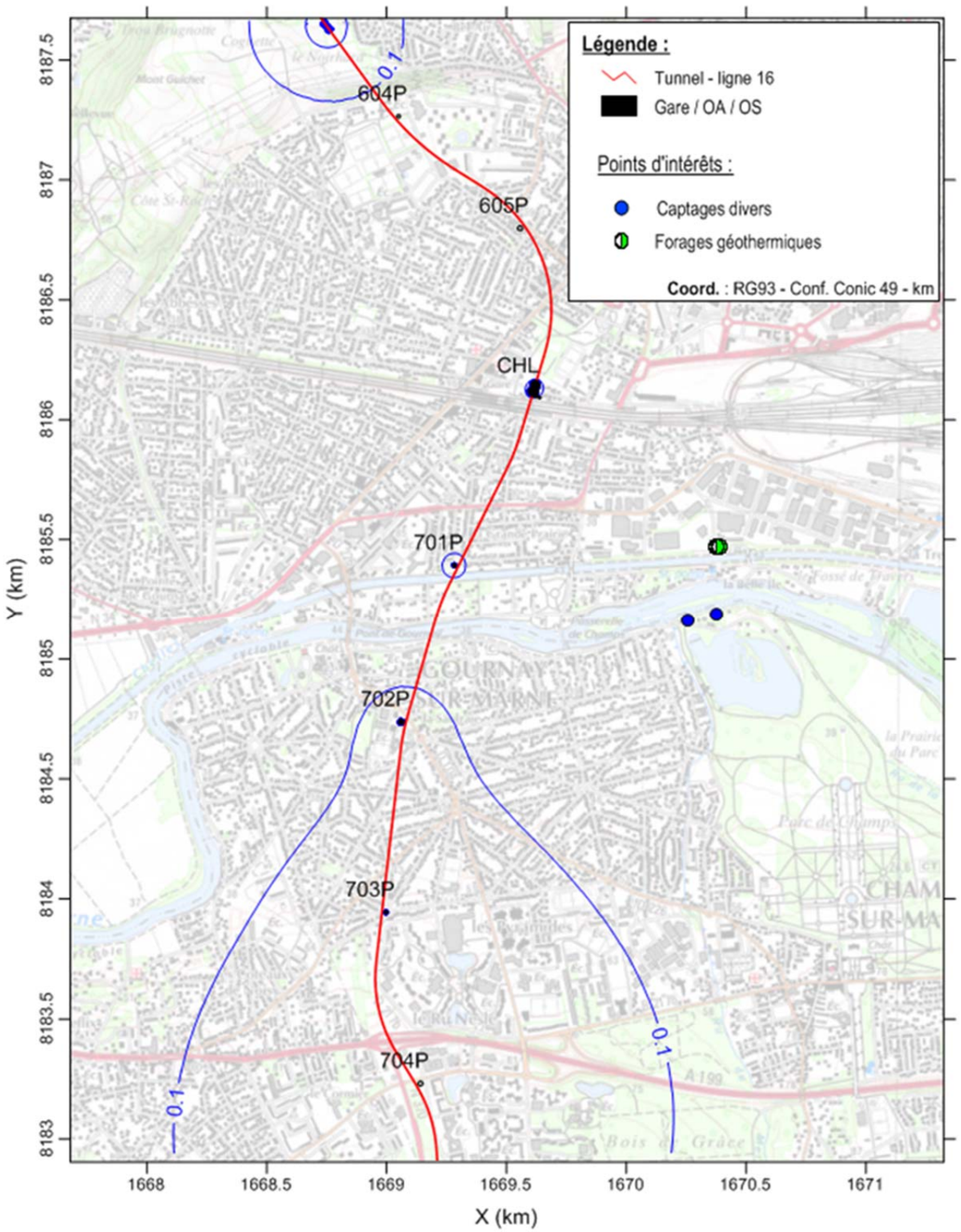
- Les Travertin de Brie (TB), soutenus par les Argiles vertes (GV) ;
- Les Marnes supragypseuses (MSG) (Marnes de Pantin MP, soutenues par les Marnes d'Argenteuil MA) ;
- Les Masses et marnes du Gypse (MFL).

Le niveau piézométrique dans les Masses et marnes du Gypse est plus bas que celui des Marnes supragypseuses et le radier de la gare Clichy-Montfermeil est en interaction avec les Marnes d'Argenteuil dont la perméabilité est très faible (de l'ordre de 1.10^{-7} m/s). **Le débit calculé (cf. tableau ci-dessous) est en conséquence très faible et ne justifie pas la mise en place de puits de rabattement** ; un dispositif d'assèchement en fond de fouille sera suffisant et surtout bien plus adapté. En corollaire, **les rabattements simulés sont artificiels et ne sont donc pas présentés étant donné qu'il s'agit d'épuisement des eaux qui arrivent en fond de fouille et non d'un pompage réalisé dans un puits sous le radier.**

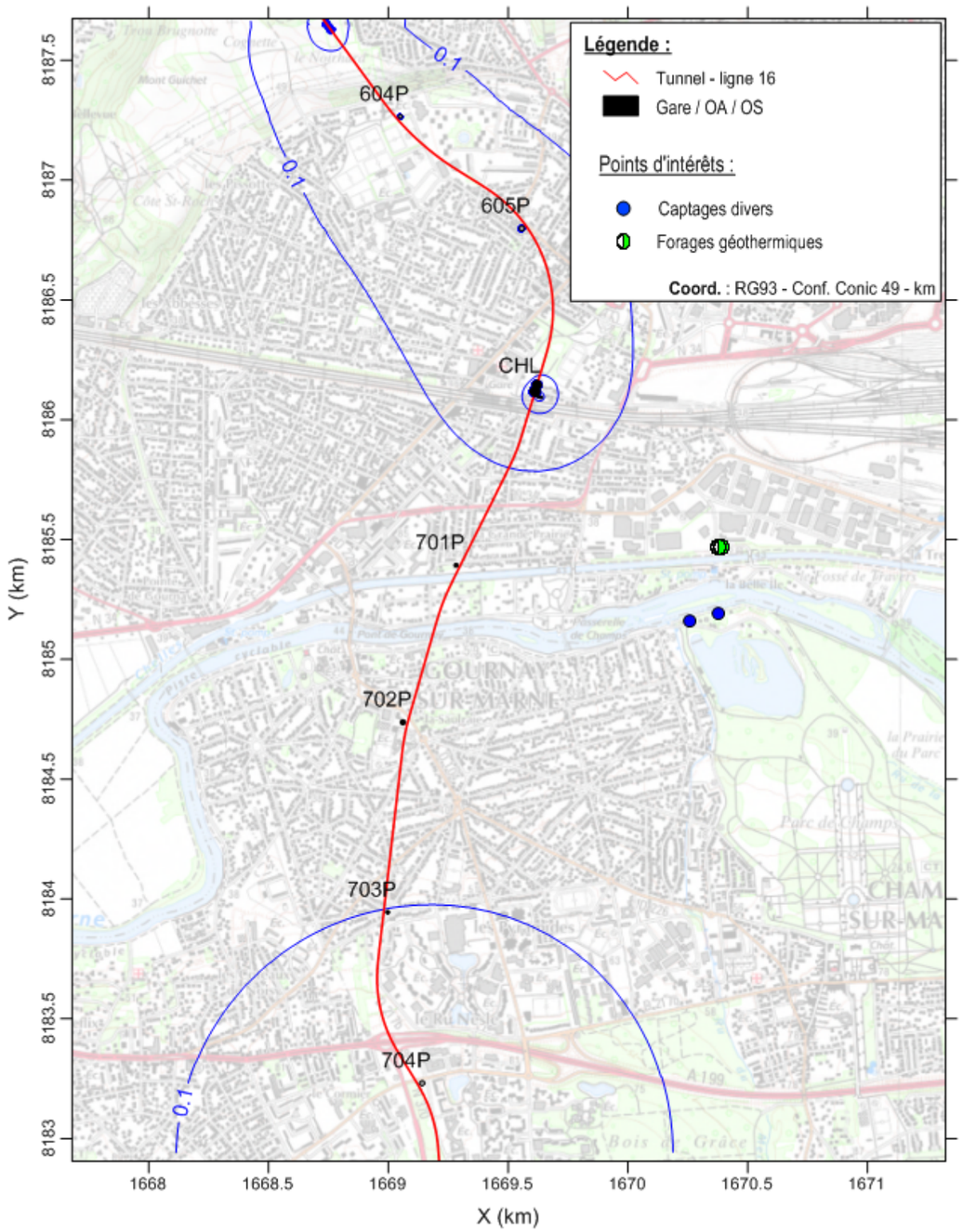
Ouvrage	Scénario A
OA 0502P - Allée des Bosquets	-
OA 0503P - Chemin de Clichy	
OA 0504P -– Allée de Gagny	
Gare Clichy-Montfermeil	56,2
OA 0601P - Rue des Abricots	65,2
OA 0602P - Av des Perdrix	-
OA 0603P - Chemin de la Peau Grasse	-

Modèle Clichy-Montfermeil: synthèse des débits de rabattement (m^3/h) (Egis, 2016)

6.4.2.9. Modèle Chelles



Modèle Chelles : carte de rabattement, scénario A (Egis, 2016)



Modèle Chelles : carte de rabattement, scénario B (Egis, 2016)

Ouvrage	Scénario A	Scénario B
Tunnelier T8 (OA 603P)	50,0	50,0
OA 0604P -	-	12,8
OA 0605P -	-	18,3
Gare Chelles	18,1 (hors excroissance)	35,4 (avec excroissance)
OA701P	17,9	-
OA702P	23,2	-
OA703P	9,0	-
Tunnelier T4 (gare Noisy Champs, non représentée)	50,0	50,0

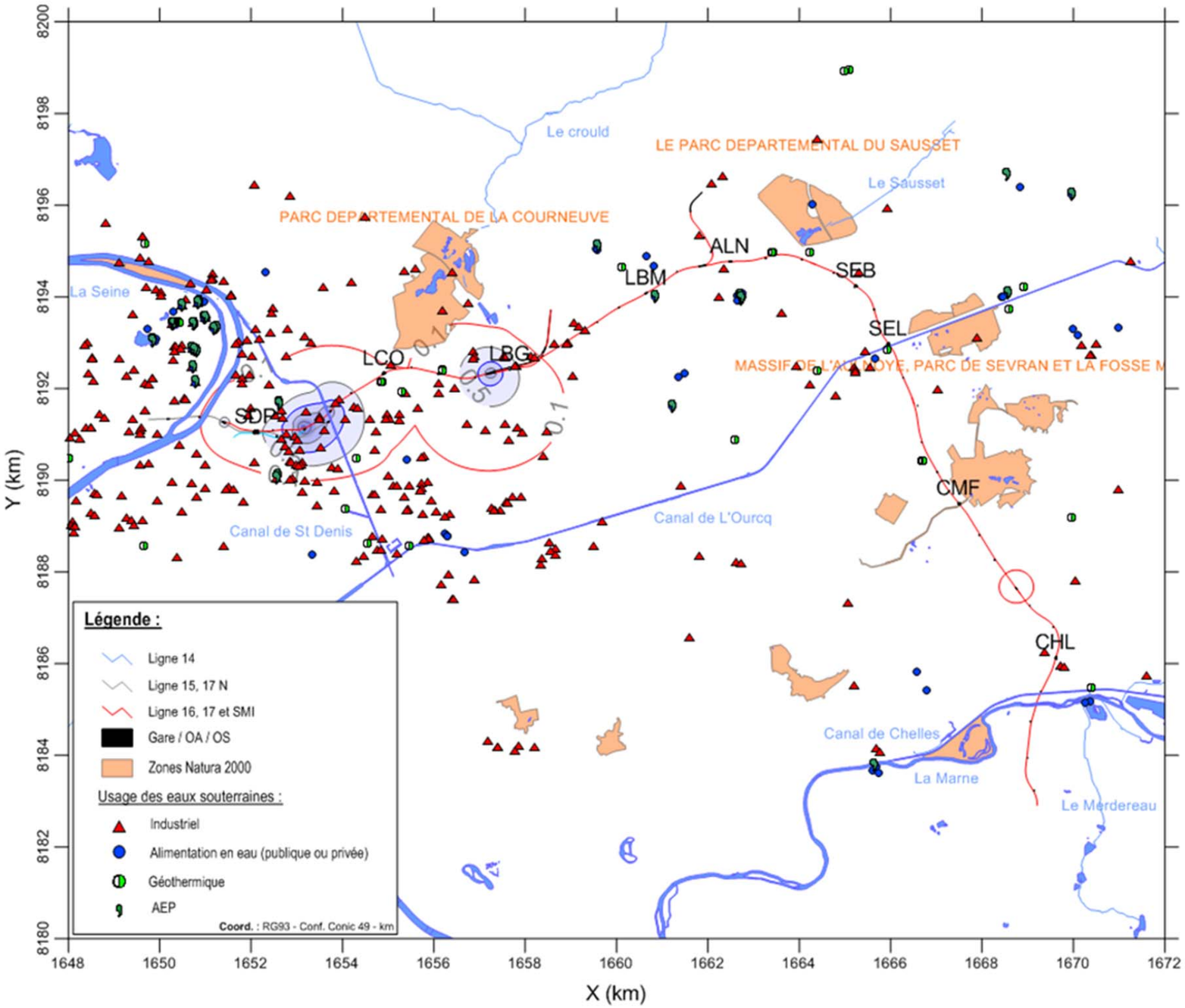
Modèle Chelles : synthèse des débits de rabattement (m^3/h) (Egis, 2016)

La synthèse des débits de rabattement et de pompage du modèle de Chemmes fait apparaître le scénario B comme étant sensiblement le plus impactant.

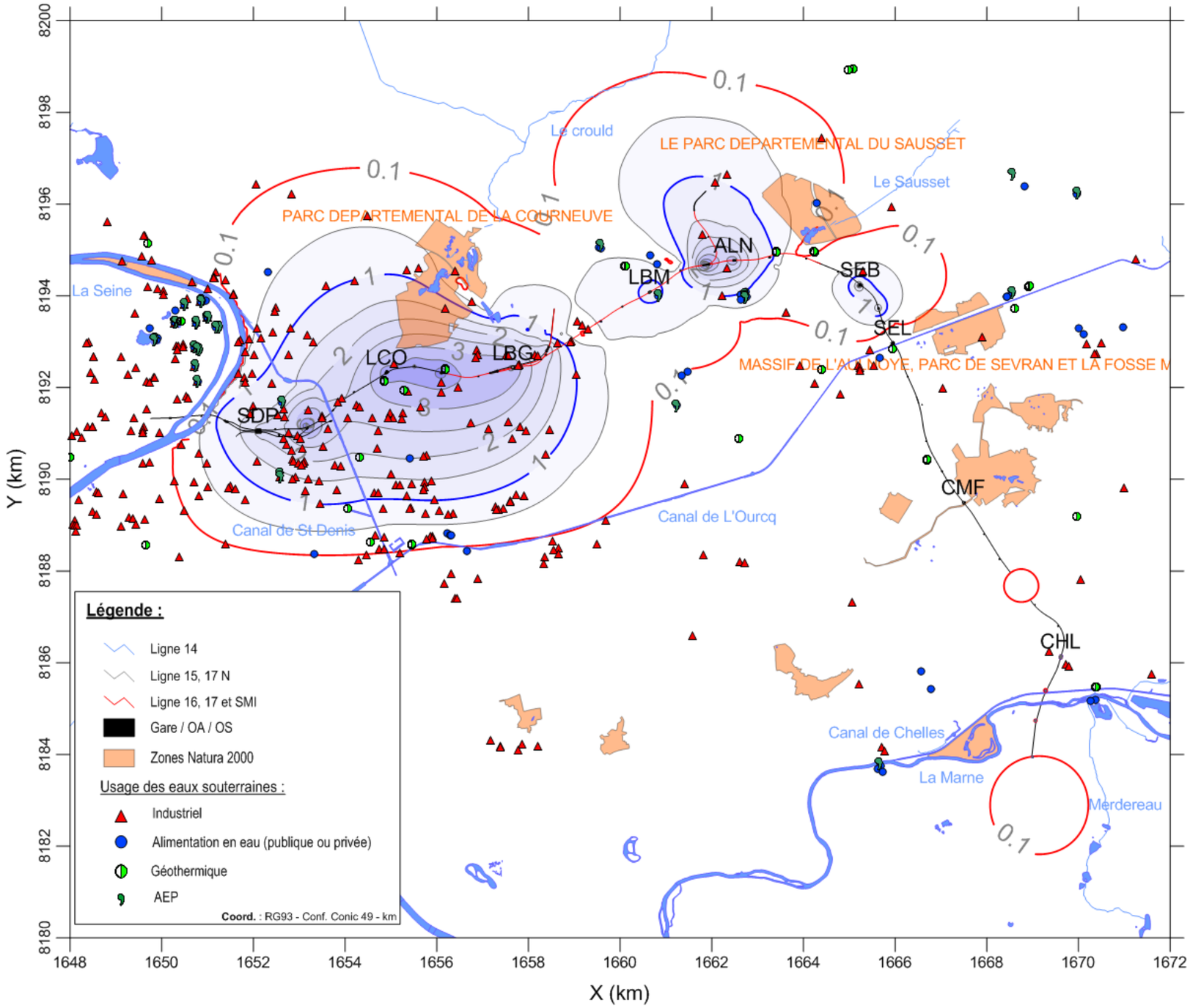
6.4.2.10. Super-scénarios

Ces super-scénarios résultent de la superposition (additive) des résultats des scénarios locaux conformément à la décomposition précisée plus haut au chapitre 6.5.2.

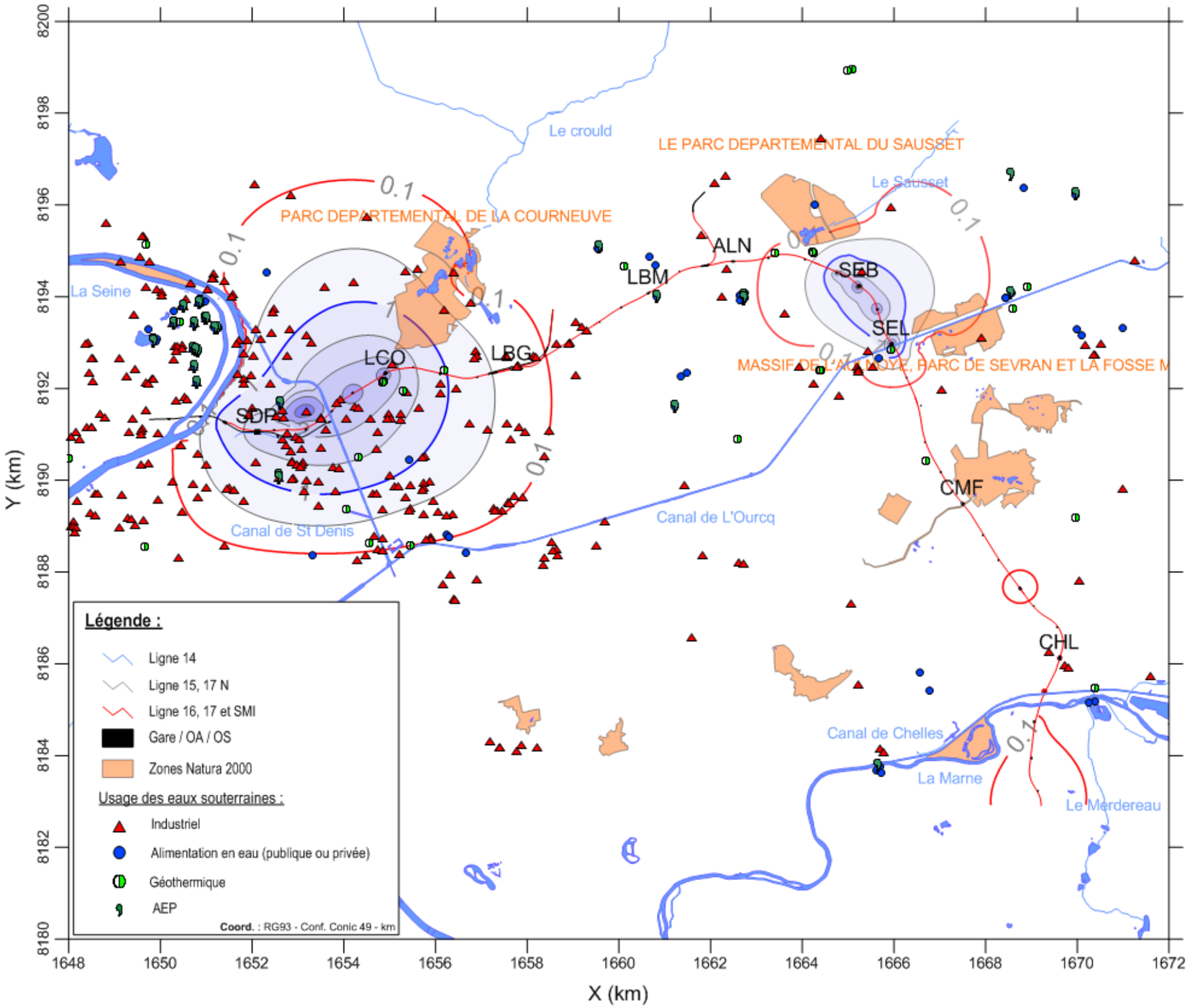
Les pages suivantes présentent les résultats de ces superpositions.



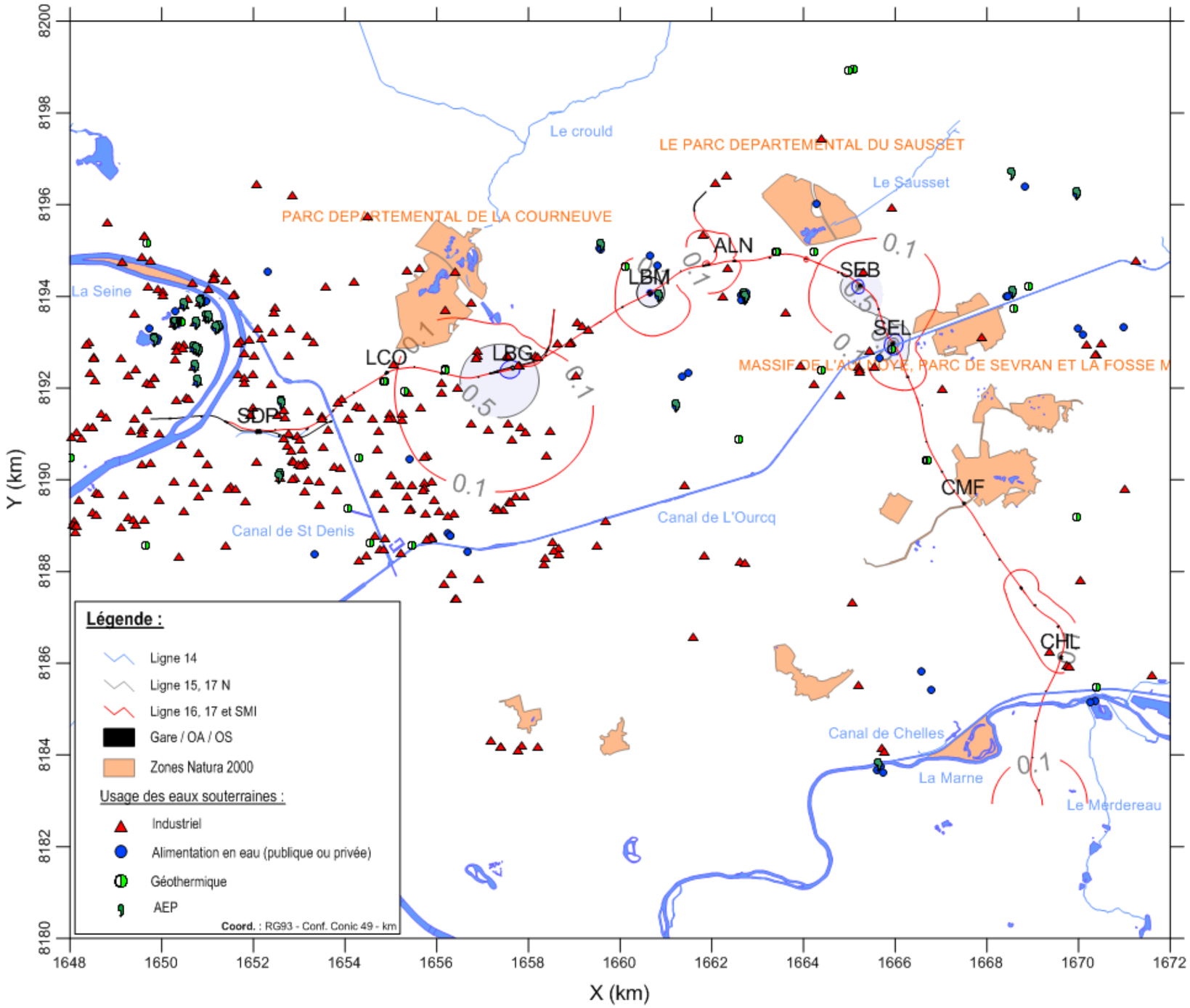
Impact à l'échelle du projet : carte de rabattement, super-scénario A (Egis, 2016)



Impact à l'échelle du projet : carte de rabattement, super-scénario B (Egis, 2016)



Impact à l'échelle du projet : carte de rabattement, super-scénario C (Egis, 2016)



Impact à l'échelle du projet : carte de rabattement, super-scénario D (Egis, 2016)

Les super-scénarios B et, dans une moindre mesure C, sont les plus impactants. Leur représentativité à l'échelle de la durée de la phase chantier reste toutefois assez limitée (de l'ordre de 1 an pour chacun d'entre eux).

Concernant les sites Natura 2000, il ressort que le parc Georges Valbon, le parc départemental du Sausset et le parc forestier de la Poudrerie à Sevran sont localisés au droit du périmètre d'effets du projet avec des amplitudes de rabattement de la nappe parfois décimétriques, voire davantage, mais uniquement pour les super-scénarios B et C (cf. tableau ci-après).

Le parc Georges Valbon est essentiellement dans la zone d'influence des rabattements de nappe conjugués des gares de La Courneuve « Six Routes » et surtout de Saint-Denis Pleyel. Il n'est par contre pas atteint par le rabattement de phase travaux associé à la gare Le Bourget RER. Le parc départemental du Sausset (étang de Savigny) et le parc de Sevran sont quant à eux dans l'emprise du cône de rabattement associé aux travaux sur les secteurs de Sevran-Beaudottes et de Sevran-Livry.

Point d'eau / zone humide	Super-scénario A	Super-scénario B	Super-scénario C	Super-scénario D
	Rabattement (m)			
Parc G. Valbon - Etang du Vallon	< 0,01	0,12	0,02	< 0,01
Parc G. Valbon - Etang des Brouillards	< 0,01	0,23	0,10	< 0,01
Parc du Sausset - Etang de Savigny	< 0,01	0,10	0,01	< 0,01
Parc du Sausset - Marais	< 0,01	0,15	< 0,01	< 0,01
Parc de la Poudrerie – Mare en croissant (plan d'eau ouest)	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01
Parc de la Poudrerie - Mare au Martin-pêcheur (plan d'eau sud)	< 0,01	< 0,01	0,04	< 0,01
Parc de la Poudrerie - Mare à l'ilot (plan d'eau est)	< 0,01	< 0,01	0,12	< 0,01

Synthèse des effets liés aux opérations de rabattements et aux pompages en phase travaux au droit des entités du site Natura 2000 (Egis, 2016)

Rappel : les impacts induits éventuels des rabattements de nappe sur les espèces d'oiseaux de la directive « Oiseaux », ayant justifié la désignation de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis », sont analysés de façon détaillée dans la partie E3, au chapitre VI spécifique aux incidences Natura 2000.

Les mêmes tendances sont logiquement observées au droit des captages AEP, mais avec des amplitudes plus marquées, de l'ordre de 1,5 à 1,7 m pour les plus importantes (cf. tableau suivant). Les puits de Saint-Denis sont ceux situés dans les zones d'effet de rabattement le plus marqué.

Code BSS / Commune et code	Formation captée et profondeur (m)	Distance minimale au projet (km)	Super-scénario A	Super-scénario B	Super-scénario C	Super-scénario D
			Rabattement (m)			
01841X0166 / Tremblay-en-France	Sparnacien	3.0	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
01834A0147 / Le Blanc-Mesnil F13	Yprésien 110 m	1.5	< 0,01	0.30	< 0,01	< 0,01
01834A0092 / Le Blanc-Mesnil F10	Sparnacien 110 m	0.2	< 0,01	1.13	< 0,01	0,73
01834A0095 / Le Blanc-Mesnil F11	Sparnacien 126 m	2.5	< 0,01	< 0.01	< 0,01	< 0,01
01834B0194 / Aulnay-sous-Bois A1 ter	Yprésien 107 m	0.8	< 0,01	0.80	0,03	< 0,01
01834B0195 / Aulnay-sous-Bois A4 bis	Yprésien 108 m	0.8	< 0,01	0.80	0,03	< 0,01
01834B0196 / Aulnay-sous-Bois A5 bis	Yprésien 102 m	0.8	< 0,01	0.81	0,03	< 0,01
01834B0017 / Aulnay-sous-Bois B	Yprésien 233 m	0.8	< 0,01	0.79	0,03	< 0,01
01833C0099 / Saint-Denis	Sparnacien 97 m	0.8	0,08	1.36	1,14	< 0,01
01833A0325 / Saint-Denis	nc	1.0	0,36	1.61	1,73	< 0,01

La traduction de ces effets de rabattement de la nappe du Bartonien en termes d'impacts sur les captages AEP est à examiner au regard de la profondeur respective des pompages d'exhaure et des forages AEP concernés :

- Profondeur des pompages de rabattement fond de fouille : celle-ci n'atteint jamais les 40 m par rapport à la surface du sol dans les secteurs concernés par des captages AEP ;
- Profondeur des captages situés dans les zones d'effet de rabattement : l'aquifère exploité est l'Yprésien, avec des profondeurs de captage d'environ 100 m minimum par rapport à la surface du sol.

Les niveaux aquifères concernés ne sont donc pas les mêmes : la profondeur des forages est située très au-delà de la profondeur des rabattements en fond de fouille du projet. **Ainsi, quel que soit l'abaissement de la nappe du Bartonien au droit des captages AEP en période de pompage maximum, aucun impact sur la production de ces captages n'est à envisager.**

6.4.2.11. Etude de sensibilité complémentaire

Le but de cette étude complémentaire est d'évaluer l'impact des pompages temporaires dans la nappe de l'Yprésien pour l'alimentation des tunneliers sur les captages AEP dans la même formation, notamment les captages gérés par le SEDIF sur les communes de Pantin et d'Aulnay-sous-Bois et les captages AEP de la commune du Blanc-Mesnil, conformément à la demande de compléments de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie d'Ile-de-France du 12 septembre 2016.

L'estimation des rabattements est réalisée par calculs analytiques à l'aide du logiciel UCARANA.

Cette étude s'appuie sur :

- Les hypothèses prises pour la modélisation hydrogéologique initiale (cf chapitre 6.3 ci-avant) ;
- Les données collectées pour la réalisation de la phase Projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord ;
- Des données communiquées par le SEDIF (données techniques sur les forages AEP, coupes géologiques) et les données collectées dans les bases de données publiques type BSS.

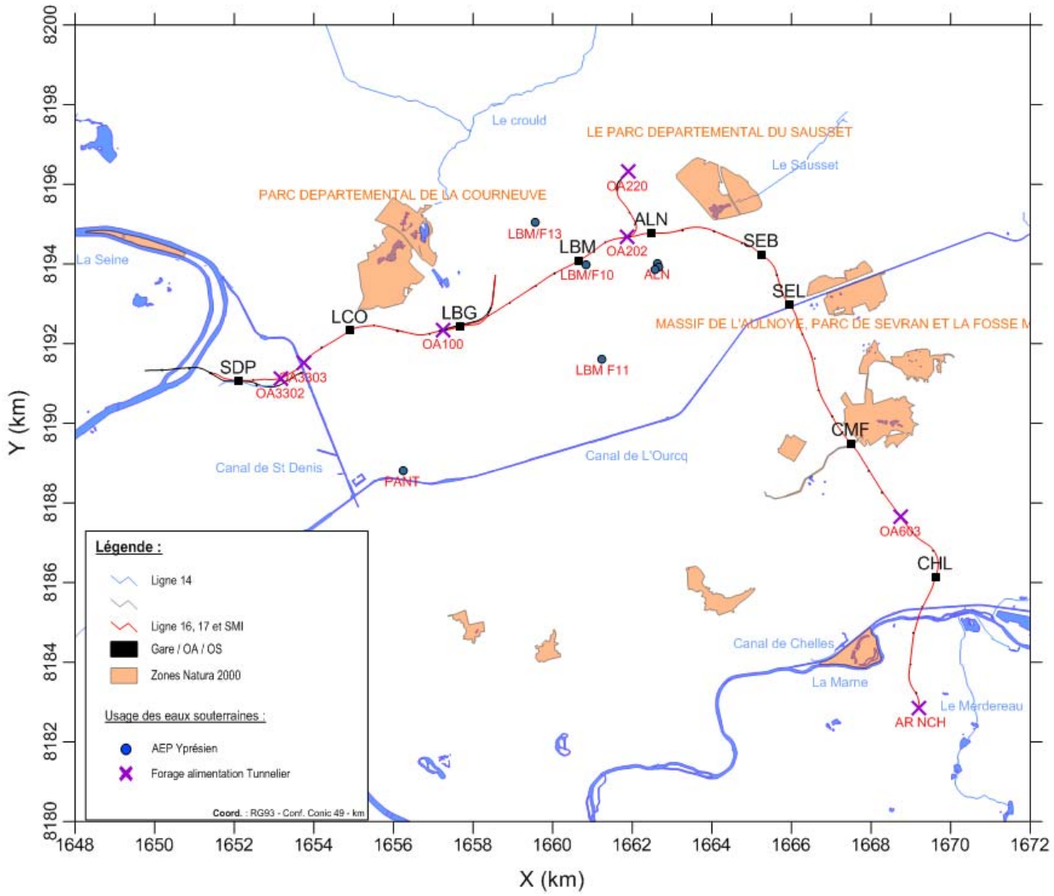
Localisation des ouvrages concernés

Les prélèvements identifiés dans la nappe de l'Yprésien pour l'alimentation des tunneliers sont les suivants :

- L'arrière gare de Noisy-Champ à Champs sur Marne (77) pour l'entrée du tunnelier 9 (OA ARG NCH) ;
- Chemin de la Peau Grasse à Chelles (77) pour l'ouvrage annexe / entrée tunnelier 8 /sortie tunnelier 9 (0603P) ;
- L'ancien site PSA à Aulnay (93) pour l'ouvrage annexe / entrée tunnelier 6 (0220P) ;
- Le terre-plein RN2 à Aulnay (93) pour l'ouvrage annexe / entonnement - entrée tunnelier 7 (0202P) ;
- La rue de Verdun à La Courneuve (93) pour l'ouvrage annexe / entonnement - entrée tunneliers 3, 4A, 4B et 5 (0100P) ;
- Le chemin du Haut Saint Denis à Saint Denis (93) pour l'ouvrage annexe / entrée tunnelier 2A/sortie tunnelier 3 (3303P) ;
- le stade N. Mandela à Saint Denis (93) pour l'ouvrage annexe / entrée tunnelier 1. (3302P) ;

Les AEP actuels captant l'Yprésien et susceptibles d'être impactés sont les suivants :

- Les captages de la SEDIF à Aulnay : 4 ouvrages dans la même zone ;
- Les captages de la SEDIF de Pantin : 3 ouvrages dans la même zone ;
- Les captages de la commune du Blanc-Mesnil : F10, F11 et F13.



Localisation des AEP cibles et des pompages d'alimentation des tunneliers (Egis, 2016)

Méthodologie

Outils

UCARANA est une application destinée aux hydrogéologues pour le calcul de l'influence d'un puits de pompage en régime transitoire sur le niveau d'une nappe qui peut être soit la nappe exploitée (libre ou captive) soit une nappe libre influencée par l'exploitation d'une nappe captive immédiatement sous-jacente.

Elle est particulièrement adaptée au calcul du rabattement induit par un pompage sur un point d'observation qui peut être un piézomètre, un ouvrage d'exploitation ou un cours d'eau.

UCARANA a été conçue de manière à pouvoir traiter rapidement la plupart des situations couramment rencontrées en hydrogéologie et pour lesquelles la résolution du problème d'écoulement peut être obtenue soit par des méthodes analytiques simples, soit par une méthode numérique « automatisée » moyennant l'adoption de quelques hypothèses simplificatrices.

Méthodologie

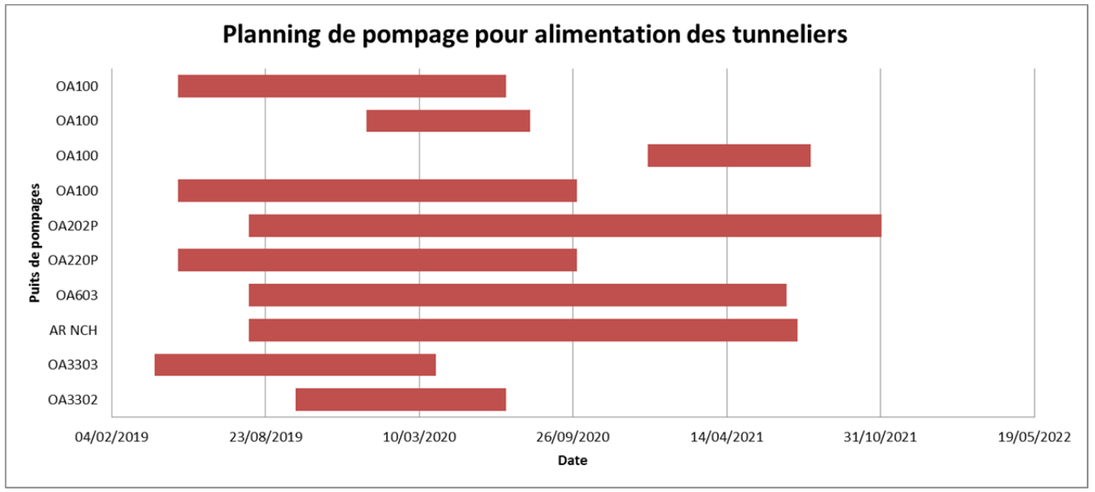
Une solution analytique avec un modèle bicouche en transitoire est utilisée (formule de Theis modifiée). Le rabattement est calculé au niveau du captage AEP (Puits cible) pour chaque ouvrage d'alimentation des tunneliers (Puits source) en fonction de leur éloignement (tableau ci-après des distances entre les puits ciblés et les puits sources).

En accord avec le rapport de modélisation hydrogéologique et les études de Projet, le modèle bicouche appliqué est le suivant:

- Couche 1 (nappe libre) : Marnes Caillasses (MC) + Bartonien + couches superficielles (hauteur saturée) ;
- Semi-perméable : Calcaires Grossiers (CG) ;
- Couche 2 (nappe captive) : Sables Supérieurs (SS).

Le débit de pompage considéré est de 50 m^3/h pour chaque puits source.

Une fois les rabattements estimés sur les puits sources pour chaque pompage d'alimentation, les valeurs sont cumulées en fonction du chronogramme de pompage (planning de pompage suivant). Le logiciel ne permettant de représenter que la phase de pompage et non la phase de remontée, cette dernière sera supposée instantanée.



Planning de pompage par ouvrage pour l'alimentation des tunneliers (Egis / Tractebel, 2016)

L'ouvrage 0100P correspond au départ de plusieurs tunneliers, il est donc considéré plusieurs fois dans le planning.

Hypothèses

Les paramètres hydrogéologiques appliqués sont issus du modèle par défaut défini dans les études techniques de niveau Projet, à l'aide de la bibliographie et des différents essais réalisés.

	Aquifère supérieur (MC+Bartonien +formations sup	CG (Semi perméable)	SS
K (m/s)	2.5E-04	5.0E-07	5.0E-05
emmagasinement libre	5.0E-02	non renseigné	x
emmagasinement spé	x	non renseigné	1.3E-03

Paramètres hydrogéologiques considérés pour le modèle de base

Les épaisseurs des couches pour les différents modèles sont basées sur les coupes au niveau des puits cibles et sur les informations disponibles dans les études techniques Projet. Les hauteurs d'eau sont définies en fonction des informations sur les coupes ou sur les niveaux de référence définis à proximité.

Simulations

Pour Aulnay, les puits AEP étant très rapprochés, les estimations sont réalisées pour un seul forage représentatif. Il en est de même pour les captages AEP de Pantin. Pour le Blanc Mesnil, les captages étant éloignés, des estimations pour chaque forage sont réalisées. Les puits cibles suivants sont donc considérés :

- Champs captant de Pantin ;
- Champs captant d'Aulnay ;
- Le Blanc-Mesnil (F13) ;
- Le Blanc-Mesnil (F10) ;
- Le Blanc-Mesnil (F11).

Les distances entre les puits cibles (captages AEP) et les puits sources (pompages pour les tunneliers) sont reportées dans le tableau suivant.

	Aulnay	Pantin	LBM F10	LBM F11	LBM F13
AR NCH	12882 m	14285 m	13950 m	11859 m	15545 m
0603P	8758 m	12572 m	10152 m	8506 m	11788 m
0220P	2500 m	9398 m	2546 m	4748 m	2649 m
O202P	1076 m	8150 m	1254 m	3139 m	2341 m
0100P	5628 m	3681 m	3938 m	4035 m	3547 m
3303P	9247 m	3678 m	7523 m	7494 m	6819 m
03302P	9898 m	3830 m	8188 m	8072 m	7507 m

Distance entre puits cibles et puits sources

Pour chaque puits cible, la première simulation réalisée (notée « 0 ») est celle avec les paramètres de base (tableau « Paramètres hydrogéologiques considérés pour le modèle de base »), ensuite une analyse de sensibilité est effectuée sur les différents paramètres en restant dans les gammes de valeurs définies dans les études techniques de Projet (tableau suivant : « Simulations réalisées par puits »).

Simulation	Paramètre modifié	débit de pompage (m^3/h)	Remarques
Simulation_0	modèle de base	50	-
Simulation_1	Perméabilité min	50	5.10^{-5}m/s pour aqui sup, 5.10^{-8}m/s pour le semi perméable et 2.10^{-5}m/s pour SS
Simulation_2	Perméabilité max	50	5.10^{-4}m/s pour aqui sup, 1.10^{-6}m/s pour le semi perméable et 1.10^{-4}m/s pour SS
Simulation_3	épaisseur des SS -25%	50	-
Simulation_4	épaisseur des SS +25%	50	-
Simulation_5	emmagasinement libre ou spécifique -50%	50	spécifique pour la nappe captive
Simulation_6	emmagasinement libre ou spécifique +50%	50	spécifique pour la nappe captive
Simulation_7	débit 25 m^3/h	25	24h sur 24h

Simulations réalisées par puits

Résultats

Captages d'Aulnay-sous-Bois

Les résultats des simulations de rabattement sont présentés dans les figures suivantes. Les numéros de scénarios en fonction des cas testés sont reportés dans le tableau ci-après.

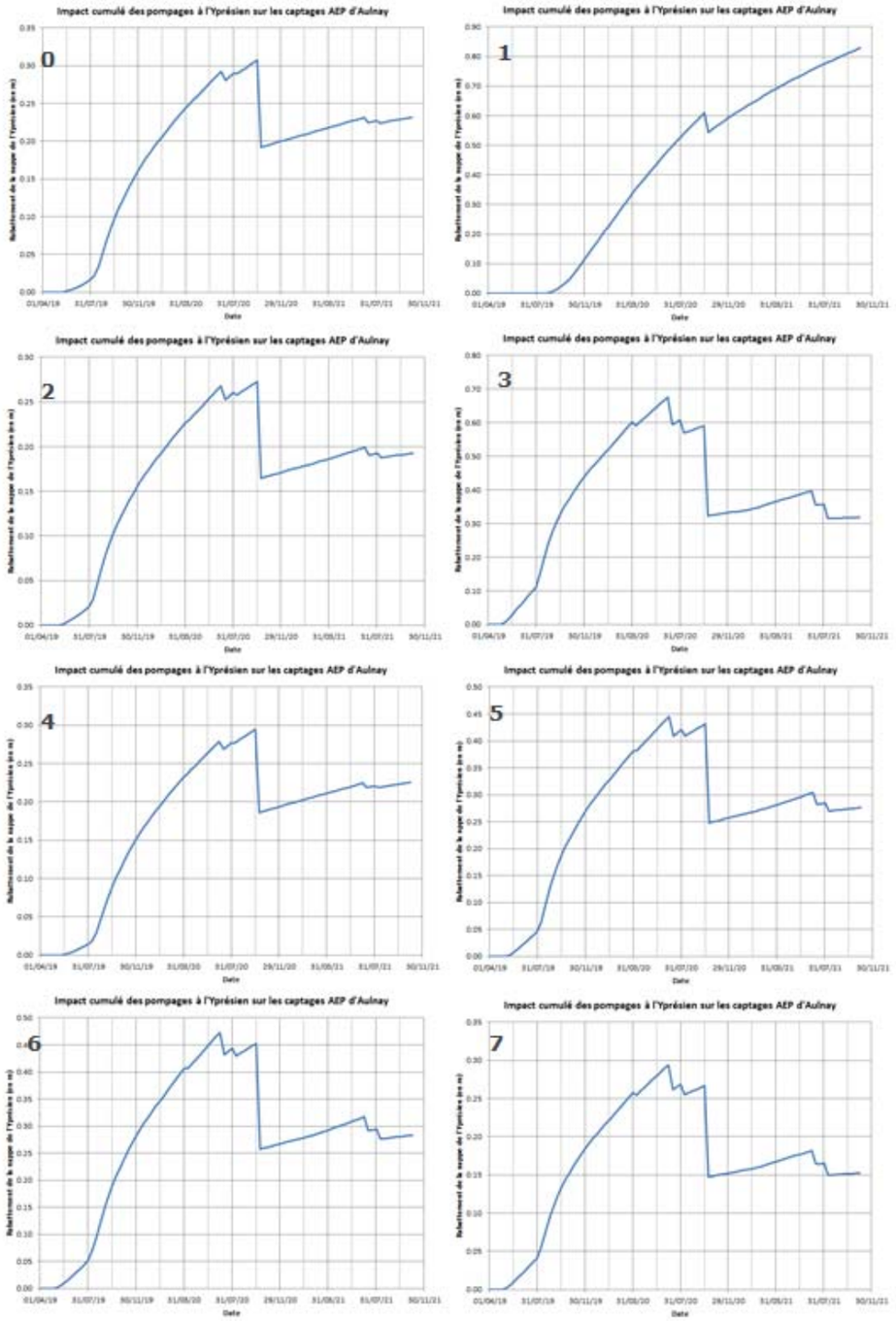
Ces résultats montrent que les facteurs influençant le plus le rabattement sont la perméabilité et l'épaisseur de l'aquifère captif. En effet dans le cas moyen (modèle de base), le rabattement maximum est d'environ 31 cm alors qu'il est de 68 cm dans le cas d'une diminution d'épaisseur de la couche captive et de 83 cm dans le cas d'une diminution de perméabilité.

Cas testé	N°	Impact max (m)	Date d'impact max
modèle de base	0	0.308	01/10/2020
Kmin	1	0.829	01/11/2021
Kmax	2	0.273	01/10/2020
epmin	3	0.675	01/07/2020
epmax	4	0.295	01/10/2020
Sl min	5	0.445	01/07/2020
Sl max	6	0.473	01/07/2020
Q25	7	0.294	01/07/2020

Synthèse des rabattements maximaux (Aulnay-sous-Bois)

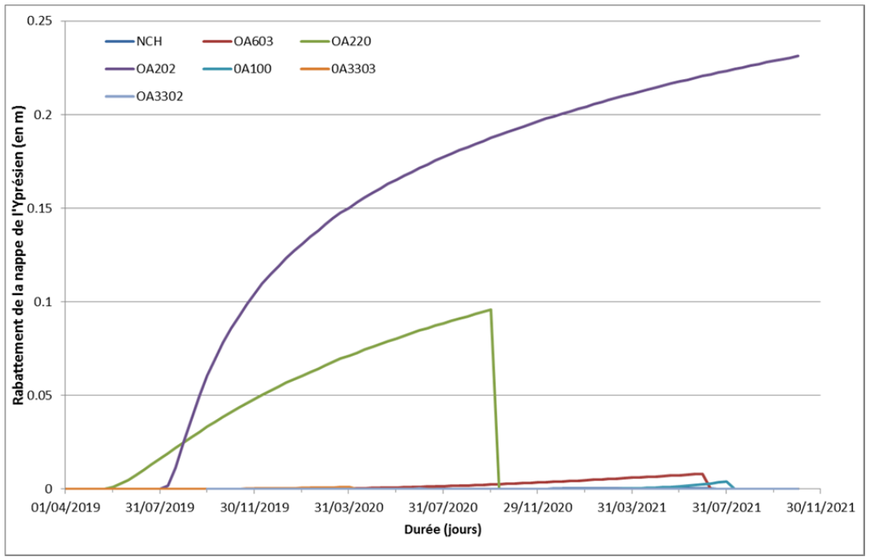
L'ensemble de ces résultats tend à indiquer que les rabattements au droit des captages AEP d'Aulnay sont compris entre 30 cm et 80 cm selon les hypothèses retenues. Dans 7 cas testés (sur 8), le maximum de rabattement est observé entre juillet et septembre 2020 soit environ 1,5 ans après le début des pompages. Dans le cas d'une diminution d'épaisseur des SS, le rabattement n'est pas stabilisé à la fin du pompage

Dans les graphiques suivants, les diminutions rapides (ou effet « dents de scie ») représentent l'arrêt d'un pompage d'alimentation de tunnelier. Plus le pompage est proche des captages AEP, plus l'amplitude de la diminution sera importante.



Evolution du rabattement en fonction des scénarios (Aulnay-sous-Bois).

Le graphique suivant permet de représenter, pour le modèle de base, la contribution de chaque pompage au rabattement cumulé simulé au droit des captages d'Aulnay-sous-Bois. D'après cette figure, les pompages les plus impactants sont ceux de l'ouvrage 0202P et, dans une moindre mesure de l'ouvrage 0220P (en fin de période). Ce sont les ouvrages les plus proches des points de captage. Les autres pompages n'ont quasiment aucun impact sur les captages AEP.



Contribution de chaque pompage tunnelier à l'évolution du rabattement (Aulnay-sous-Bois)

En conclusion, considérant :

- La profondeur de la nappe de l'Yprésien et sa hauteur d'eau : la nappe est profonde, et sa hauteur d'eau est de plusieurs dizaines de mètres ;
- Les rabattements de nappe entraînés par les pompages d'alimentation des tunneliers sont de l'ordre de 30 cm à 80 cm ;

Les impacts des pompages des tunneliers sur les captages d'Aulnay-sous-Bois sont faibles à négligeables et ne sont pas susceptibles de compromettre le bon fonctionnement de ces captages.

Nota : Il est important de rappeler que les calculs présentés dans cette étude reposent sur des hypothèses simplifiées (épaisseur constante, perméabilité constante, pas de recharge pluviométrique …), et que la position des pompes des captages (puits cibles) n'est pas connue : il a donc été supposé que les pompes se situent en face des crépines. Les résultats obtenus sont donc à considérer comme des ordres de grandeurs.

Pantin

Les résultats des simulations de rabattement sont présentés dans les figures suivantes. Les numéros de scénarios en fonction des cas testés sont reportés dans le tableau ci-après.

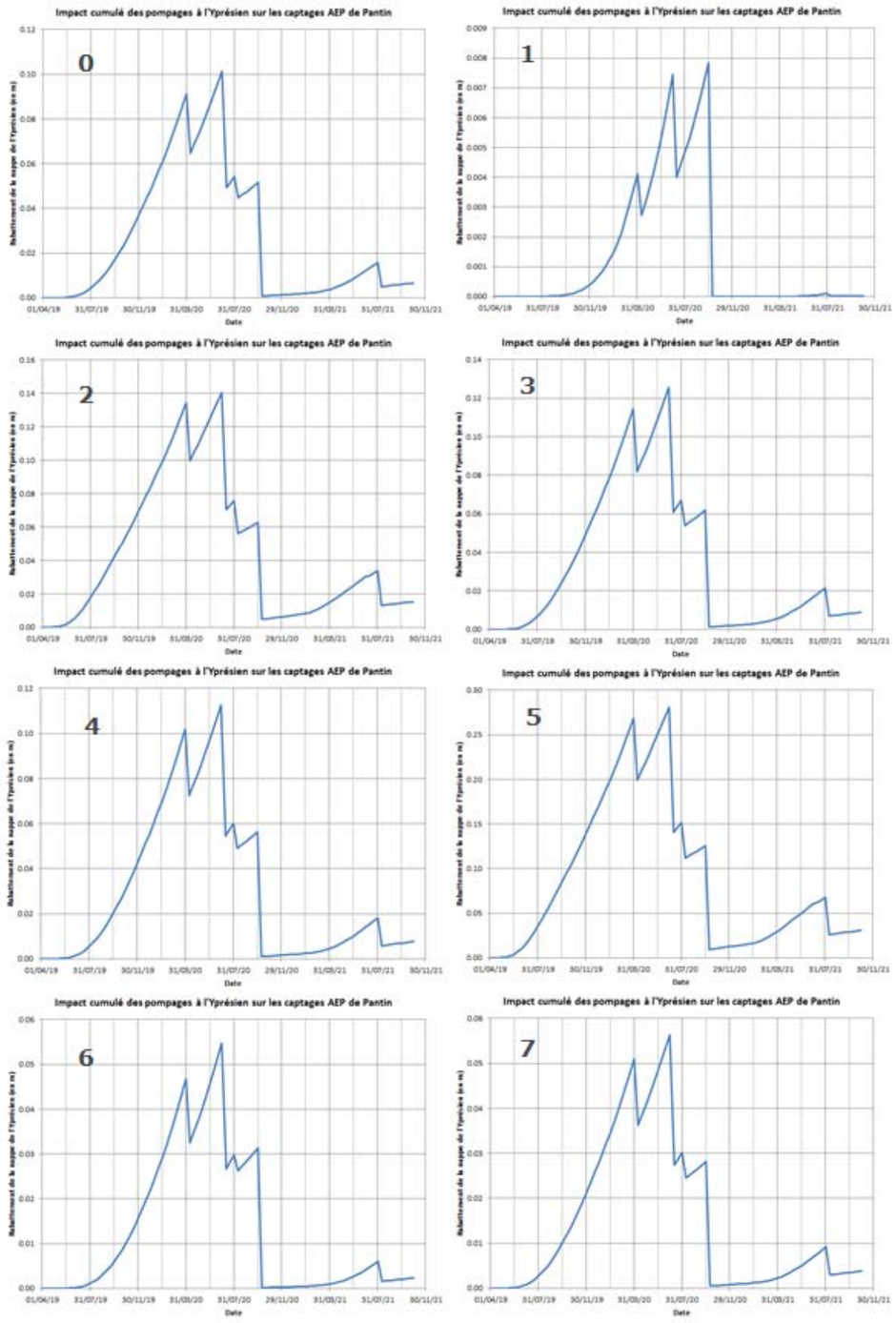
Ces résultats montrent que les rabattements au droit des captages AEP sont globalement très faibles (inférieurs à 30 cm). Le facteur influençant le plus le rabattement est l'emmagasinement.

Cas testé	N°	Impact max (m)	Date d'impact max
modèle de base	0	0.113	01/07/2020
Kmin	1	0.008	01/10/2020
Kmax	2	0.141	01/07/2020
epmin	3	0.126	01/07/2020
epmax	4	0.101	01/07/2020
Sl min	5	0.281	01/07/2020
Sl max	6	0.055	01/07/2020
Q25	7	0.056	01/07/2020

Synthèse des rabattements maximaux (Pantin

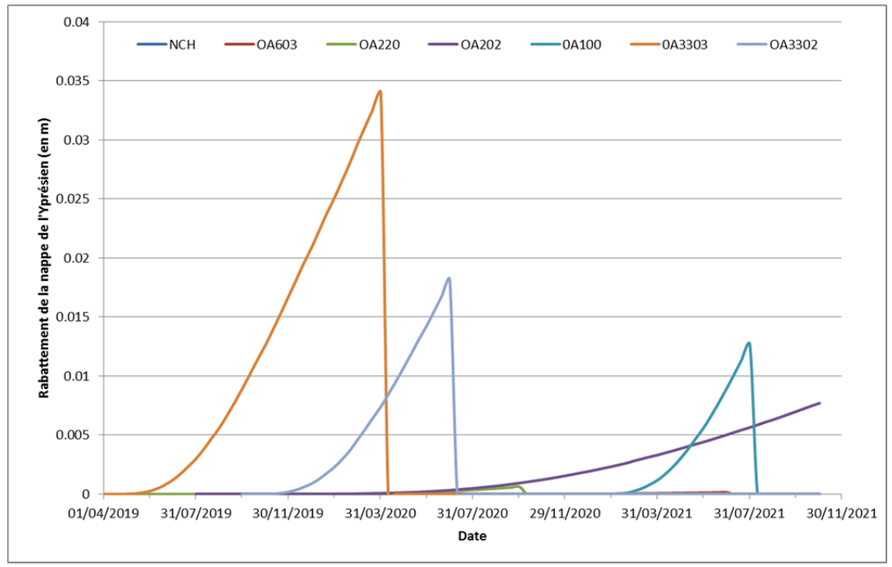
Les rabattements au droit des captages AEP de Pantin sont faibles et compris entre <1 cm et 28 cm selon les hypothèses retenues. Dans tous les cas testés, le maximum de rabattement est observé entre juillet et septembre 2020 soit environ 1,5 ans après le début des pompages.

Dans les graphiques suivants, les diminutions rapides (ou effet « dents de scie ») représentent l'arrêt d'un pompage d'alimentation de tunnelier. Plus le pompage est proche des captages AEP, plus l'amplitude de la diminution sera importante.



Evolution du rabattement en fonction des scénarios (Pantin)

Le graphique de suivant permet de représenter, pour le modèle de base, la contribution de chaque pompage au rabattement cumulé simulé au droit des captages de Pantin. D'après cette figure, les pompages les plus impactants sont ceux de l'ouvrage 3303P, ceux de l'ouvrage 0100P (1 et 2), et celui de l'ouvrage 3302P et dans une moindre mesure ceux de l'ouvrage 0202P. Ce sont les ouvrages les plus proches des points de captage. Les autres pompages n'ont quasiment aucun impact sur les captages AEP.



Contribution de chaque pompage tunnelier à l'évolution du rabattement (Pantin)

En conclusion, considérant :

- La profondeur de la nappe de l'Yprésien et sa hauteur d'eau : la nappe est profonde, et sa hauteur d'eau est de plusieurs dizaines de mètres) ;
- Les rabattements de nappe entraînés par les pompages d'alimentation des tunneliers sont de l'ordre de 1 cm à 28 cm ;

Les impacts des pompages des tunneliers sur les captages d'Aulnay-sous-Bois sont faibles à négligeables et ne sont pas susceptibles de compromettre le bon fonctionnement de ces captages.

Nota : Il est important de rappeler que les calculs présentés dans cette étude reposent sur des hypothèses simplifiées (épaisseur constante, perméabilité constante, pas de recharge pluviométrique …), et que la position des pompes des captages (puits cibles) n'est pas connue : il a donc été supposé que les pompes se situent en face des crépines. Les résultats obtenus sont donc à considérer comme des ordres de grandeurs.

Le Blanc-Mesnil

Le Blanc-Mesnil (F10)

Les résultats des simulations de rabattement sont présentés dans les figures suivantes. Les numéros de scénarios en fonction des cas testés sont reportés dans le tableau ci-après.

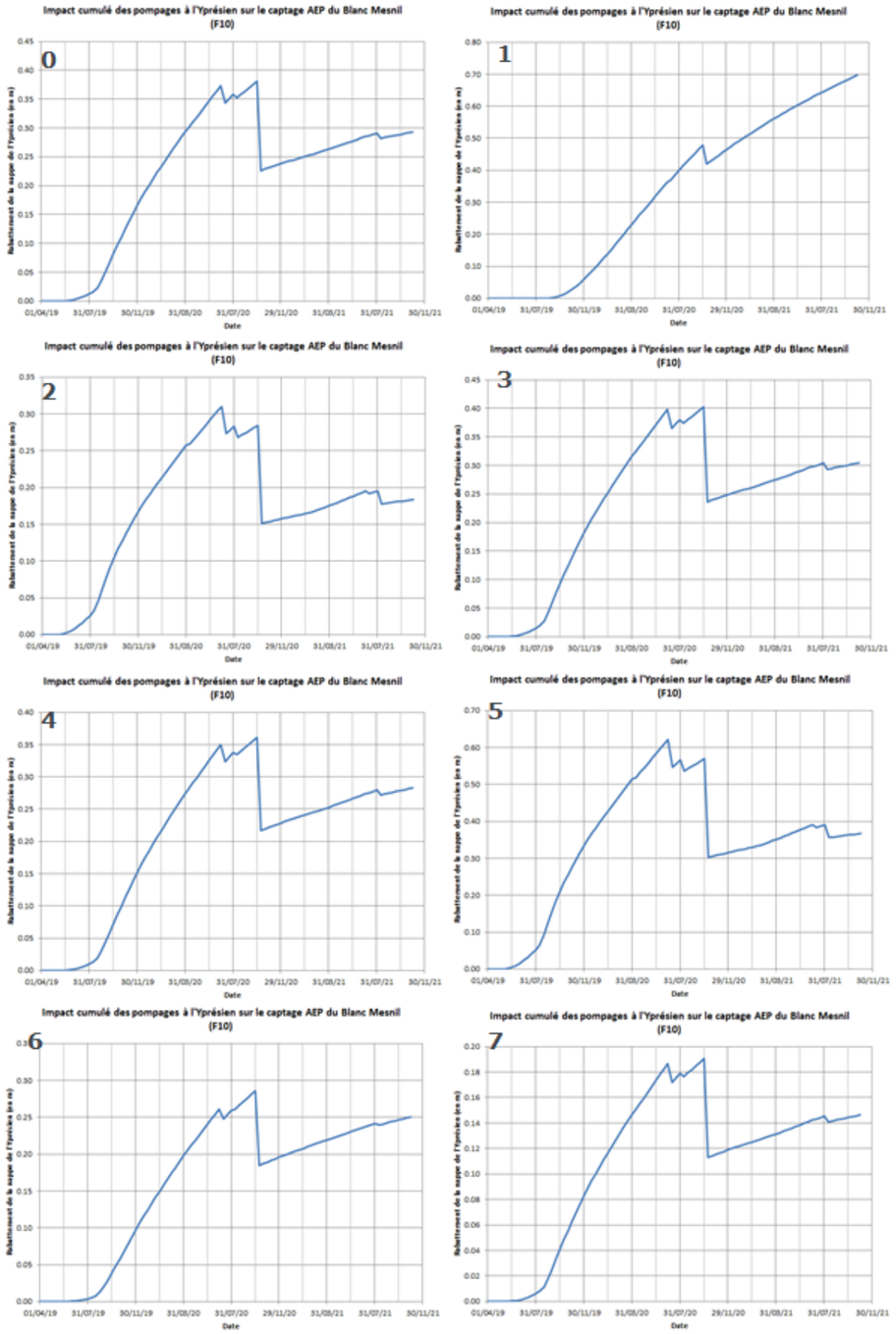
Ces résultats montrent que les facteurs influençant le plus le rabattement sont la perméabilité et l'emmagasinement. En effet dans le cas moyen (modèle de base), le rabattement maximum est d'environ 38 cm alors qu'il est de 70 cm dans le cas d'une diminution de perméabilité et de 62 cm dans le cas d'une diminution d'emmagasinement.

Cas testé	N°	Impact max (m)	Date d'impact max
modèle de base	0	0.381	01/10/2020
Kmin	1	0.697	01/11/2021
Kmax	2	0.310	01/07/2020
epmin	3	0.403	01/10/2020
epmax	4	0.361	01/10/2020
Sl min	5	0.620	01/07/2020
Sl max	6	0.286	01/10/2020
Q25	7	0.190	01/10/2020

Synthèse des rabattements maximaux (LBM – F10)

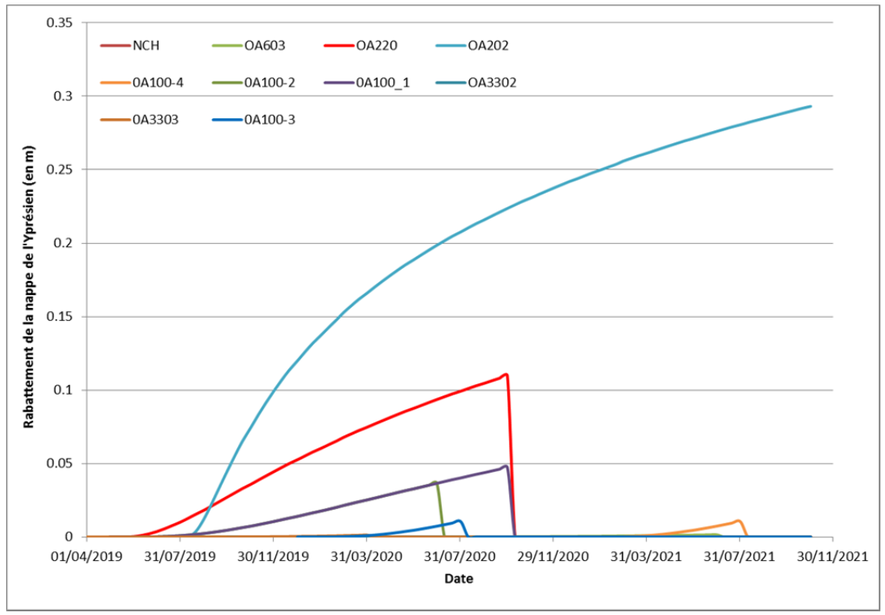
L'ensemble de ces résultats tend à indiquer que les rabattements au droit du captage AEP F10 du Blanc-Mesnil sont compris entre 20 cm et 70 cm selon les hypothèses retenues. Dans 7 cas testés (sur 8), le maximum de rabattement est observé entre juillet et septembre 2020 soit environ 1,5 ans après le début des pompages. Dans les cas d'une diminution de perméabilité, le rabattement maximum est atteint à l'arrêt du dernier pompage (novembre 2021).

Dans les graphiques suivants, les diminutions rapides (ou effet « dents de scie ») représentent l'arrêt d'un pompage d'alimentation de tunnelier. Plus le pompage est proche des captages AEP, plus l'amplitude de la diminution sera importante.



Evolution du rabattement en fonction des scénarios (Le Blanc-Mesnil – F10)

Le graphique suivant permet de représenter, pour le modèle de base, la contribution de chaque pompage au rabattement cumulé simulé au droit du captage F10 du Blanc-Mesnil. D'après cette figure, les pompages les plus impactants sont ceux de l'ouvrage 0202P et, dans une moindre mesure, de l'ouvrage 0220P qui sont les plus proches du point de captage. Les autres pompages ont un impact limité sur le captage AEP F10.



Contribution de chaque pompage tunnelier à l'évolution du rabattement (Le Blanc-Mesnil – F10)

En conclusion, considérant :

- La profondeur de la nappe de l'Yprésien et sa hauteur d'eau : la nappe est profonde, et sa hauteur d'eau est de plusieurs dizaines de mètres ;

- Les rabattements de nappe entraînés par les pompages d'alimentation des tunneliers sont de l'ordre de 20 cm à 70 cm ;

Les impacts des pompages des tunneliers sur le captage F10 du Blanc-Mesnil sont faibles à négligeables et ne sont pas susceptibles de compromettre le bon fonctionnement de ce captage.

Nota : Il est important de rappeler que les calculs présentés dans cette étude reposent sur des hypothèses simplifiées (épaisseur constante, perméabilité constante, pas de recharge pluviométrique …), et que la position des pompes des captages (puits cibles) n'est pas connue : il a donc été supposé que les pompes se situent en face des crépines. Les résultats obtenus sont donc à considérer comme des ordres de grandeurs.

Le Blanc-Mesnil - F11

Les résultats des simulations de rabattement sont présentés dans les figures suivantes. Les numéros de scénarios en fonction des cas testés sont reportés dans le tableau ci-après.

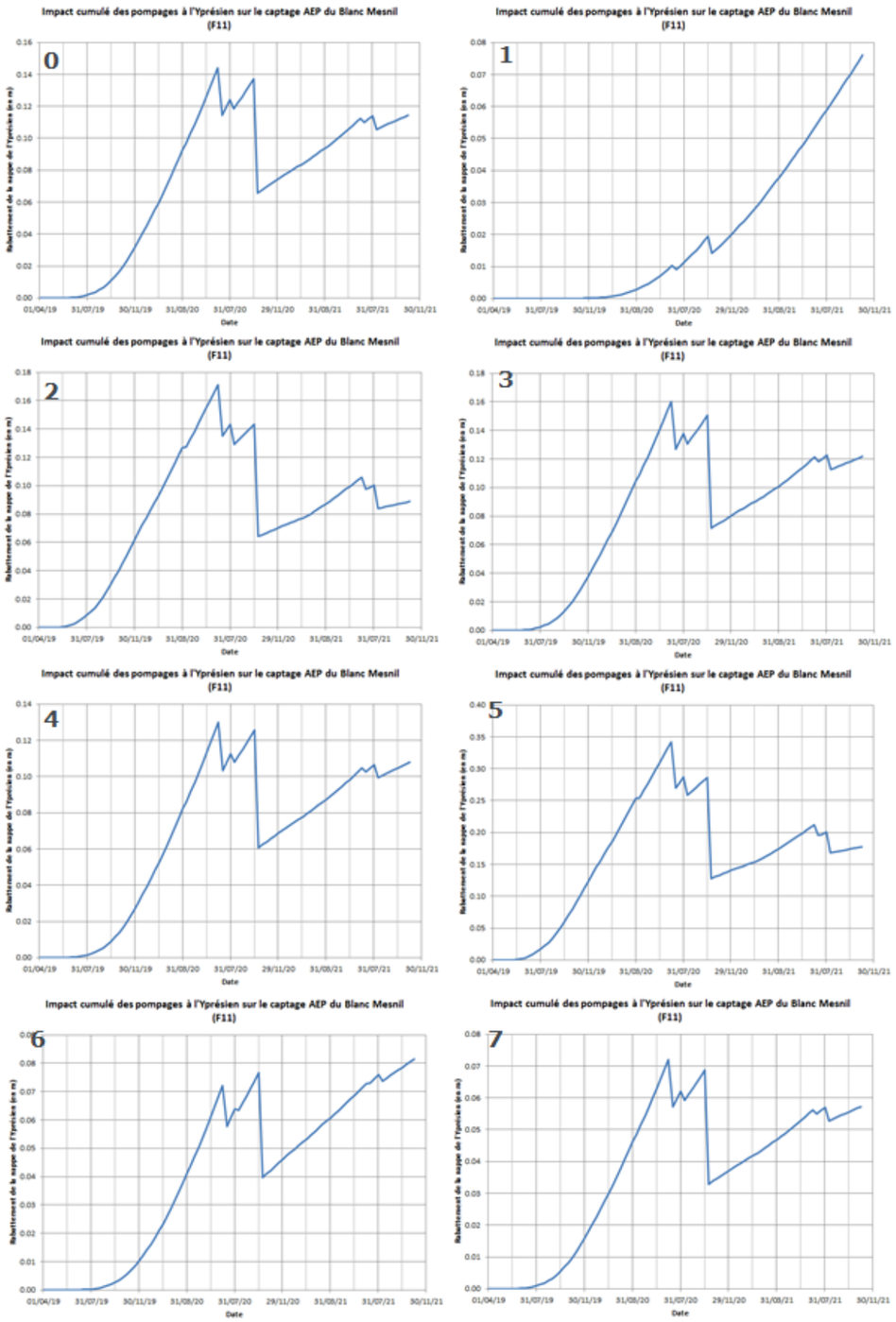
Ces résultats montrent que les rabattements sont globalement assez faibles : 14 cm dans le cas moyen. Le facteur influençant le plus le rabattement est l'emmagasinement des Sables Supérieurs. En effet, une diminution de l'emmagasinement de 50% double le rabattement, qui passe à 34 cm.

Cas testé	N°	Impact max (m)	Date d'impact max
modèle de base	0	0.144	01/07/2020
Kmin	1	0.076	01/11/2021
Kmax	2	0.171	01/07/2020
epmin	3	0.160	01/07/2020
epmax	4	0.130	01/07/2020
Sl min	5	0.342	01/07/2020
Sl max	6	0.081	01/11/2021
Q25	7	0.072	01/07/2020

Synthèse des rabattements maximaux (Le Blanc-Mesnil – F11)

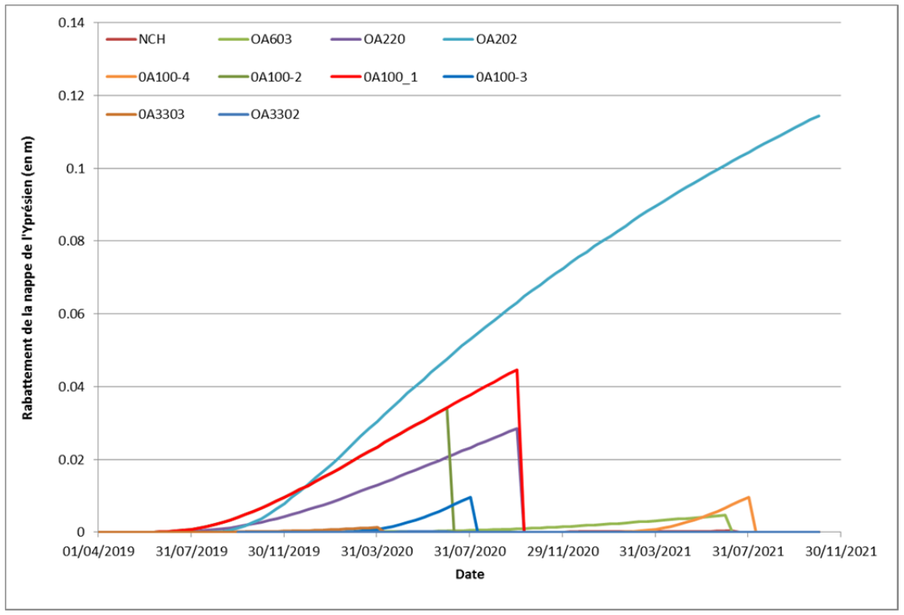
L'ensemble de ces résultats tend à indiquer que les rabattements au droit du captage AEP F11 du Blanc-Mesnil sont compris entre 7 cm et 34 cm selon les hypothèses retenues. Dans 6 cas testés (sur 8), le maximum de rabattement est observé entre juillet et septembre 2020 soit environ 1.5 ans après le début des pompages. Dans les cas d'une diminution de perméabilité et d'une augmentation de l'emmagasinement, le rabattement maximum est atteint à l'arrêt du dernier pompage (novembre 2021).

Dans les graphiques suivants, les diminutions rapides (ou effet « dents de scie ») représentent l'arrêt d'un pompage d'alimentation de tunnelier. Plus le pompage est proche du captage AEP, plus l'amplitude de la diminution sera importante.



Evolution du rabattement en fonction des scénarios (Le Blanc-Mesnil – F11)

Le graphique suivant permet de représenter, pour le modèle de base, la contribution de chaque pompage au rabattement cumulé simulé au droit du captage F11 du Blanc-Mesnil. D'après cette figure, les pompages les plus impactants sont ceux de l'ouvrage 0202P, 0100P-1, 0100P-2 et l'ouvrage 0220P qui sont les plus proches du point de captage. Les autres pompages ont un impact limité sur le captage AEP.



Contribution de chaque pompage tunnelier à l'évolution du rabattement (Le Blanc-Mesnil – F11)

En conclusion, considérant :

- La profondeur de la nappe de l'Yprésien et sa hauteur d'eau : la nappe est profonde, et sa hauteur d'eau est de plusieurs dizaines de mètres ;
- Les rabattements de nappe entraînés par les pompages d'alimentation des tunneliers sont de l'ordre de 7 cm à 34 cm ;

Les impacts des pompages des tunneliers sur le captage F11 du Blanc-Mesnil sont faibles à négligeables et ne sont pas susceptibles de compromettre le bon fonctionnement de ce captage.

Nota : Il est important de rappeler que les calculs présentés dans cette étude reposent sur des hypothèses simplifiées (épaisseur constante, perméabilité constante, pas de recharge pluviométrique …), et que la position des pompes des captages (puits cibles) n'est pas connue : il a donc été supposé que les pompes se situent en face des crépines. Les résultats obtenus sont donc à considérer comme des ordres de grandeurs.

Le Blanc-Mesnil - F13

Les résultats des simulations de rabattement sont présentés dans les figures suivantes. Les numéros de scénarios en fonction des cas testés sont reportés dans le tableau ci-après.

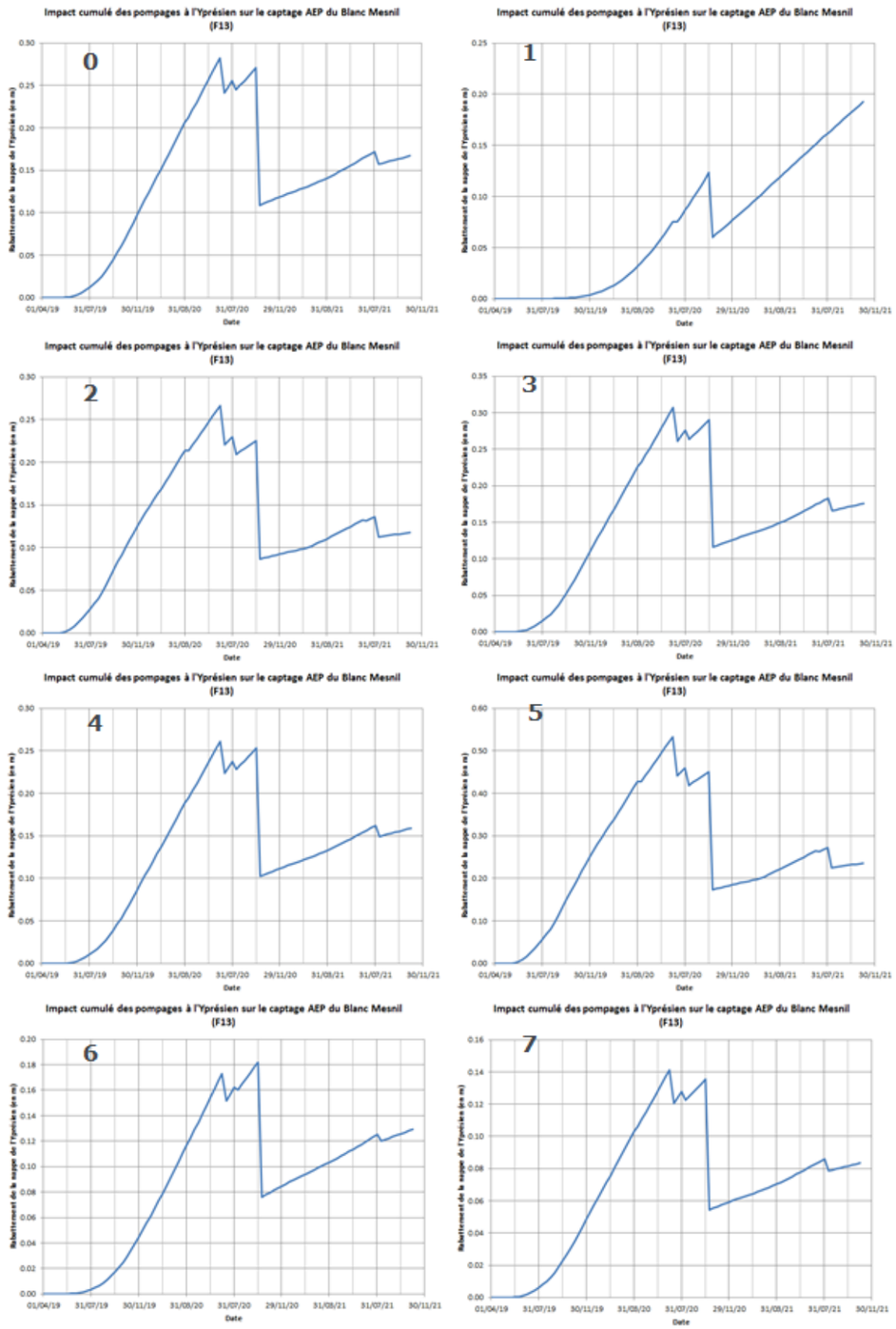
Ces résultats montrent que les rabattements au droit du captage AEP sont globalement assez faibles (de l'ordre de 14 cm à 53 cm). Le facteur influençant le plus le rabattement est l'emmagasinement.

Cas testé	N°	Impact max (m)	Date d'impact max
modèle de base	0	0.282	01/07/2020
Kmin	1	0.193	01/11/2021
Kmax	2	0.266	01/07/2020
epmin	3	0.307	01/07/2020
epmax	4	0.261	01/07/2020
Sl min	5	0.533	01/07/2020
Sl max	6	0.182	01/10/2020
Q25	7	0.141	01/07/2020

Synthèse des rabattements maximaux (Le Blanc-Mesnil - F13)

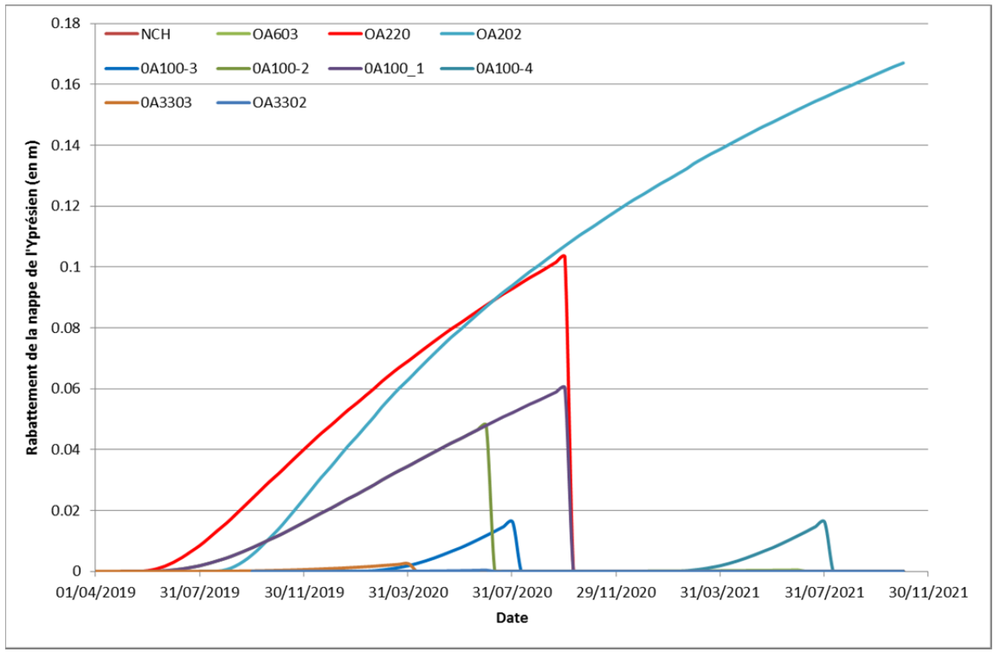
L'ensemble de ces résultats tend à indiquer que les rabattements au droit du captage AEP F13 du Blanc Mesnil sont faibles et compris entre 14 cm et 53 cm selon les hypothèses retenues. Dans 7 cas testés (sur 8), le maximum de rabattement est observé entre juillet et septembre 2020 soit environ 1,5 ans après le début des pompages. Dans le cas d'une diminution de perméabilité, le rabattement maximum est atteint à l'arrêt du dernier pompage (novembre 2021).

Dans les graphiques suivants, les diminutions rapides (ou effet « dents de scie ») représentent l'arrêt d'un pompage d'alimentation de tunnelier. Plus le pompage est proche du captage AEP, plus l'amplitude de la diminution sera importante.



Evolution du rabattement en fonction des scénarios (Le Blanc-Mesnil – F13)

Le graphique suivant permet de représenter, pour le modèle de base, la contribution de chaque pompage au rabattement cumulé simulé au droit du captage F13 du Blanc-Mesnil. D'après cette figure, les pompages les plus impactants sont ceux de l'ouvrage 0202P, 0220P, 0100P-1 et 0100P-2. Ce sont les ouvrages les plus proches des points de captage. Les autres pompages ont un impact limité sur le captage AEP.



Contribution de chaque pompage tunnelier à l'évolution du rabattement (LBM_F13)

En conclusion, considérant :

- La profondeur de la nappe de l'Yprésien et sa hauteur d'eau : la nappe est profonde, et sa hauteur d'eau est de plusieurs dizaines de mètres ;

- Les rabattements de nappe entraînés par les pompages d'alimentation des tunneliers sont de l'ordre de 14 cm à 53 cm ;

Les impacts des pompages des tunneliers sur le captage F13 du Blanc-Mesnil sont faibles à négligeables et ne sont pas susceptibles de compromettre le bon fonctionnement de ce captage.

Nota : Il est important de rappeler que les calculs présentés dans cette étude reposent sur des hypothèses simplifiées (épaisseur constante, perméabilité constante, pas de recharge pluviométrique …), et que la position des pompes des captages (puits cibles) n'est pas connue : il a donc été supposé que les pompes se situent en face des crépines. Les résultats obtenus sont donc à considérer comme des ordres de grandeurs.

6.4.3. Risque de mise en communication de nappe pendant les travaux

La profondeur des ouvrages (gares, ouvrages annexes, entonnements) et le profil en long variable du tunnel, vont nécessairement entraîner la rencontre de plusieurs nappes souterraines au cours de la réalisation des travaux.

Les effets d'une mise en communication artificielle de nappes lors des travaux de réalisation d'un projet peuvent être les suivantes :

- transfert d'une pollution d'une nappe contaminée vers une nappe saine ;
- modifications des caractéristiques physico-chimiques des nappes concernées ;
- perturbations piézométriques liées à la vidange d'une nappe vers une autre, à savoir baisse du niveau piézométrique de la nappe « vidangée » et relèvement piézométrique de la « nappe rechargée » ;
- déclenchement ou accélération du phénomène de dissolution du gypse par la mise au contact artificielle d'une nappe au fort potentiel de dissolution avec des formations contenant des niveaux gypseux.

Par ailleurs, phénomène de mise en communication des nappes mis à part, un projet de construction de métro souterrain interceptant des nappes suppose nécessairement :

- la mise en contact locale de « matériaux » de construction (béton et boues de forage entre autres) avec l'eau souterraine ;
- l'extraction locale des terrains de couverture naturels des nappes lors du terrassement des gares et des ouvrages annexes.

La plupart de ces effets restent toutefois théoriques du fait des techniques de réalisation mises en œuvre pour la réalisation des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, tant pour le tunnel, que pour les autres ouvrages. Ces techniques de réalisation sont rappelées ci-après et permettent de conclure à **l'absence de risque significatif de mise en communication des nappes souterraines**.

Le risque d'accélération de la dissolution du gypse ou de déclenchement de ce phénomène est traité de façon spécifique dans le chapitre suivant (cf. chapitre 6.5.4).

L'effet de modification des panaches de pollution présente dans le sol est aussi analysé plus loin dans un chapitre particulier (cf. chapitre 6.5.6).

6.4.3.1. Conception et réalisation du tunnel

De par sa position et son diamètre (10 mètres), le tunnel va localement se situer à l'interface entre deux nappes. La coupe présentée précédemment au chapitre 6.2.1, montre l'insertion du projet par rapport aux couches géologiques et permet de visualiser les secteurs où le tunnel traversera deux nappes. Plusieurs secteurs sont concernés sur tout le tronçon. Il est donc indispensable que le tunnel ne soit pas à l'origine d'une mise en communication entre ces nappes, aussi bien lors de la phase travaux que pendant la phase d'exploitation du projet.

Grâce à la méthode de creusement au tunnelier avec chambre de confinement, le tunnelier s'affranchit des charges d'eau en réalisant l'étanchéité de l'ouvrage au fur et à mesure de son avancement. En effet, l'excavation du terrain est réalisée par le tunnelier au moyen de la rotation de la roue de coupe par phases successives correspondant à la longueur d'un voussoir (éléments préfabriqués en béton assemblé pour former la voûte). Le marinage (déblais) est évacué par bande transporteuse du tunnel jusqu'au puits de lancement du tunnelier où les déblais sont temporairement stockés ou évacués dans des sites de stockages spécifiques.

Le diamètre excavé est toujours plus grand que le diamètre extérieur (extrados des voussoirs [2]). Ainsi, en parallèle de l'excavation, des injections de bourrage comblent le vide annulaire présent entre l'extrados des voussoirs mis en place et le terrain. Ce mortier de bourrage permet un parfait contact entre les voussoirs et le terrain en place et assure donc l'étanchéité de l'espace annulaire.

Le tunnelier est donc une technique qui permet d'éviter la mise en communication de nappes à l'avancement en phase de creusement. Cette technique est donc tout à fait adaptée au contexte hydrogéologique des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

Le revêtement définitif du tunnel est constitué des voussoirs en béton armé, positionnés au fur et à mesure du creusement sur le pourtour du tunnel grâce à un érecteur. Les anneaux sont munis d'un dispositif d'étanchéité (joints étanches). Ce type de revêtement permet de garantir l'étanchéité de l'ouvrage en phase d'exploitation.

6.4.3.2. Conception et réalisation des autres ouvrages

Sur tout le tronçon les gares, les ouvrages annexes et les ouvrages spéciaux (entonnements) traverseront pour la plupart une ou plusieurs nappes superposées.

Préalablement au terrassement des ouvrages, des parois moulées seront réalisées depuis la surface (ainsi que des solutions complémentaires de réduction du débit d'épuisement lorsque nécessaire).

Une paroi moulée est un écran en béton armé moulé dans le sol. La stabilité de la tranchée pendant les opérations de forage, de ferraillage et de bétonnage est obtenue avec un fluide de perforation appelé boue. La boue est fabriquée avec de la bentonite qui est une argile. Elle forme sur les parois de l'excavation un dépôt étanche appelé « cake » qui lui permet de ne pas percoler dans le terrain et d'assurer la pression hydrostatique qui s'oppose à l'éboulement des parois. Ainsi, durant la foration de la paroi, la pression de boue de forage est toujours supérieure à la pression de la nappe ce qui permet d'éviter que les nappes se mélangent. Une fois que le panneau de la paroi a atteint sa profondeur souhaitée, un tube plongeur est descendu en pied pour l'injection de béton. *In fine*, le béton assure l'étanchéité du panneau de paroi sur toute sa hauteur.

La paroi moulée forée à la boue permet donc d'éviter la mise en communication des nappes lors de la construction. Elle garantit la réalisation d'ouvrages étanches à la circulation horizontale des nappes.

[2] *Extrados des voussoirs : surface convexe et extérieure des pièces préfabriquées en béton qui composent le cintre de la voûte du tunnel.*

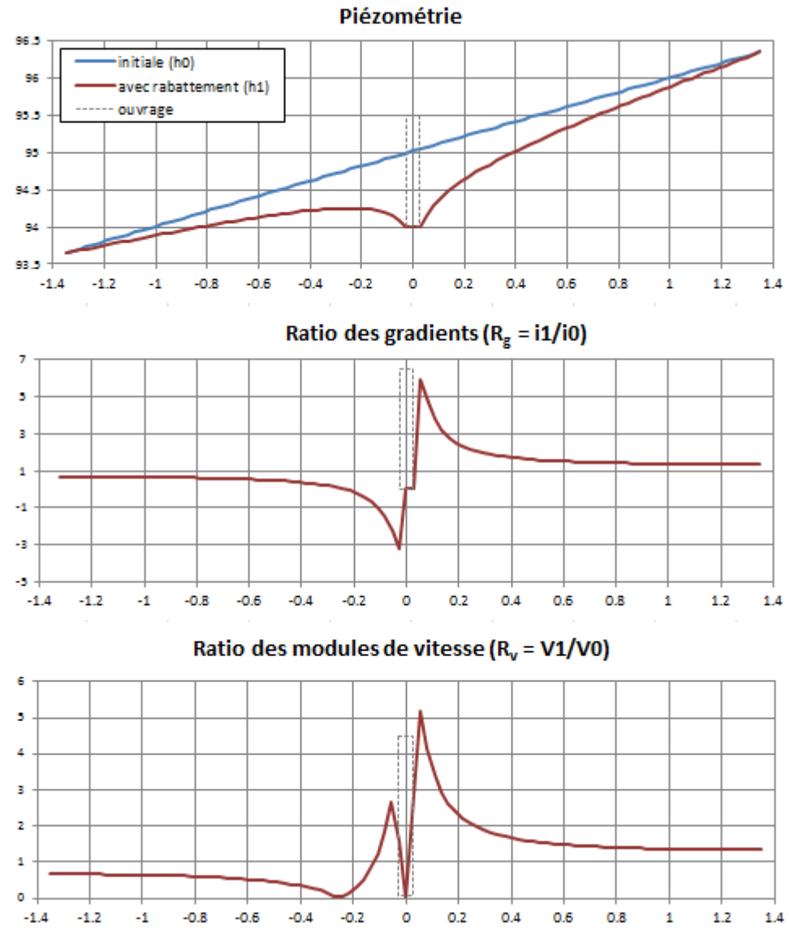
6.4.4. Risque de dissolution du gypse

Comme précisé au chapitre précédent, bien que la relation ne soit pas quantifiable, une accélération des écoulements souterrains peut être un facteur de risque vis-à-vis de la dissolution du gypse. Dans ce sens, la variation de la vitesse de Darcy[3] entre un état initial (ei) et un état final (ef) fournit des éléments d'analyse.

La géométrie du phénomène n'est pas forcément intuitive et nécessite quelques explications pour une bonne compréhension des résultats. Les schémas de la figure ci-contre montrent l'effet d'un rabattement (courbe rouge) selon une vue en coupe en référence à une situation initiale admettant un gradient constant de 1‰ (courbe bleue) dans un milieu monocouche de perméabilité homogène. L'ouvrage est un parallélépipède de 50 m de côté placé au centre du domaine.

On relève en particulier :

- Une augmentation du gradient à l'amont et une diminution à l'aval avec une inversion de pente au voisinage immédiat de l'ouvrage (valeur négative),
- Pour les vitesses de Darcy, la structure est plus complexe : accélération en amont et en aval immédiat de l'ouvrage avec deux pics d'amplitude qui encadrent l'ouvrage. Plus en aval, la vitesse relative se réduit progressivement jusqu'à s'annuler puis augmente pour se stabiliser vers une valeur inférieure à 1 (décélération). Les singularités observées à l'aval résultent d'effets bidimensionnels (ou tridimensionnels dans le cas d'un système multicouche). Elles disparaissent si l'ouvrage recoupe la totalité du domaine perpendiculairement ou obliquement à la direction d'écoulement.



Effet d'un rabattement sur la piézométrie, le gradient et la vitesse de Darcy (Source : Egis, 2016)

Ce comportement permet d'identifier deux tendances :

- Une accélération des vitesses à l'amont général et à l'aval proche de la zone de rabattement. C'est sur ces secteurs que le risque de dissolution du gypse peut être envisagé,
- Une décélération sur le reste de la partie aval où l'effet sur le risque de dissolution est plutôt positif (ralentissement du processus quand il existe).

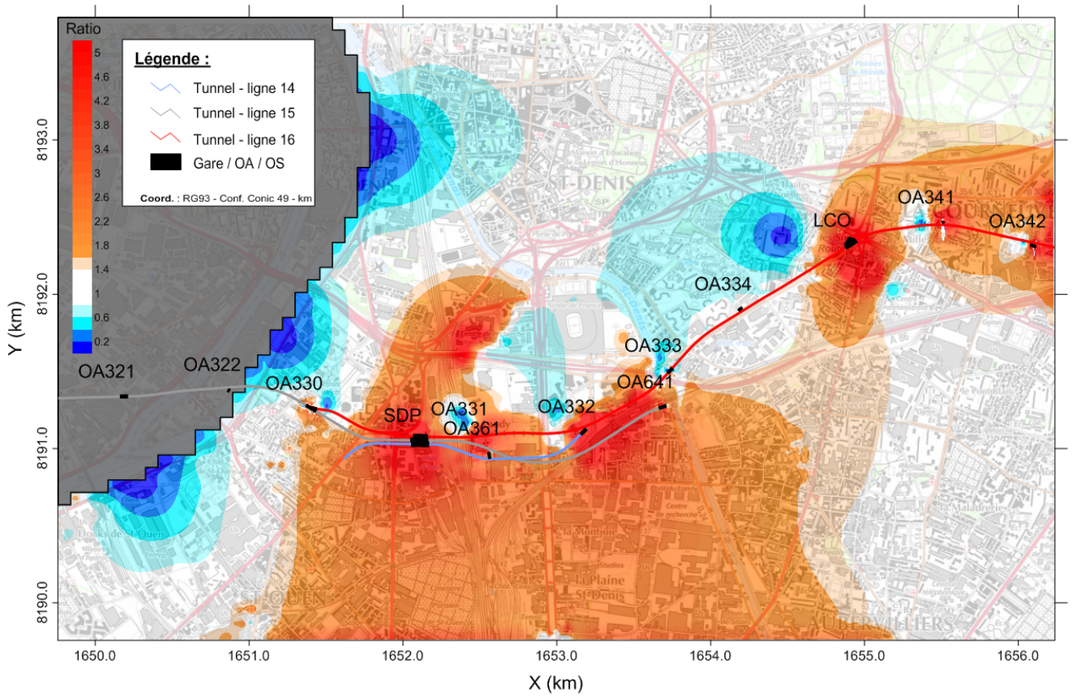
Comme indiqué plus haut, les deux formations à considérer pour le risque gypse sont les Masses et marnes du gypse (MFL) et les Marnes et Caillasses (MC).

[3] *La loi expérimentale de Darcy (ou loi de Darcy) est une loi physique, mécaniste et déterministe qui exprime le débit d'un fluide incompressible filtrant au travers d'un milieu poreux. La vitesse de Darcy est reliée au débit et à l'aire totale d'une section du matériau ainsi qu'à la vitesse réelle (interstitielle) au travers de la porosité du matériau.*

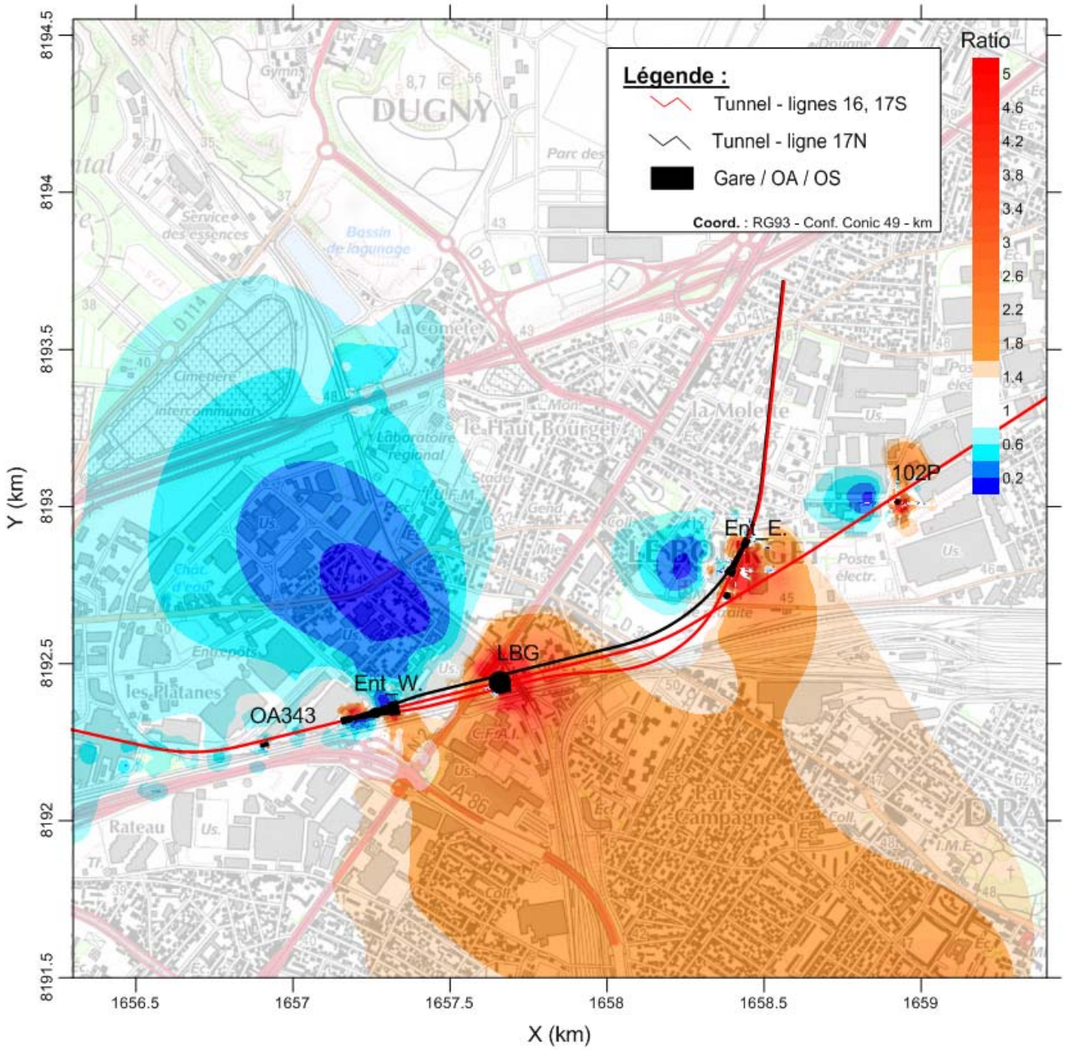
Le projet n'intéresse les Masses et marnes du gypse que sur le modèle Clichy-Montfermeil, au niveau de la butte de Clichy. Or, selon les données de terrain (et le modèle), le niveau piézométrique dans les Masses et marnes du gypse est partout inférieur aux fonds de fouille des ouvrages, en particulier au droit de la gare Clichy-Montfermeil. En conséquence, le risque de dissolution du gypse n'est pas à envisager. Par ailleurs, et comme indiqué précédemment au chapitre 6.5.3.5, la mise hors d'eau des fouilles se fera par assèchement, en pompant les eaux d'infiltration dans l'ouvrage sans rabattement de nappe, et non par des pompages de rabattement par pompage dans des forages sous le niveau de l'ouvrage au sein de la nappe.

Les figures ci-après présentent les cartes obtenues pour les Marnes et caillasses : modèles Saint-Denis Pleyel / La Courneuve, Le Bourget, Aulnay / Le Blanc-Mesnil, Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry, et Chelles, sachant que le front de dissolution actuellement reconnu est localisé sur le secteur Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry.

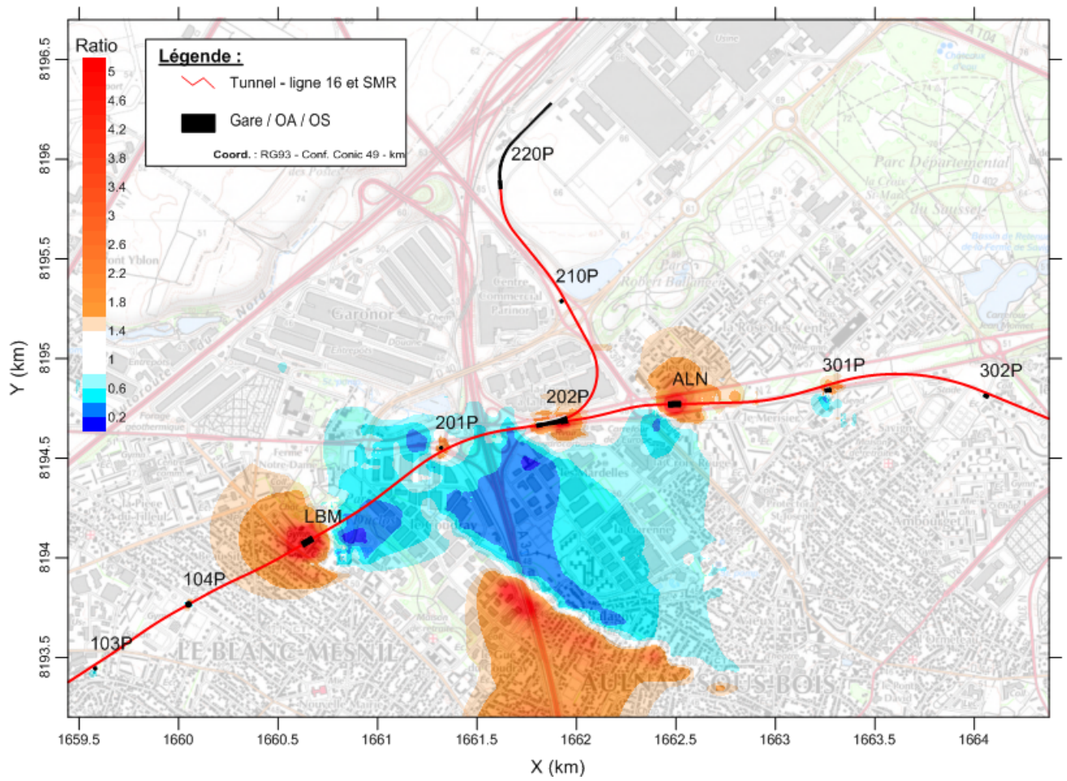
Les valeurs en bleu montrent un ralentissement des écoulements au sein de la nappe et les valeurs en rouge correspondent à une accélération des écoulements au sein de la nappe.



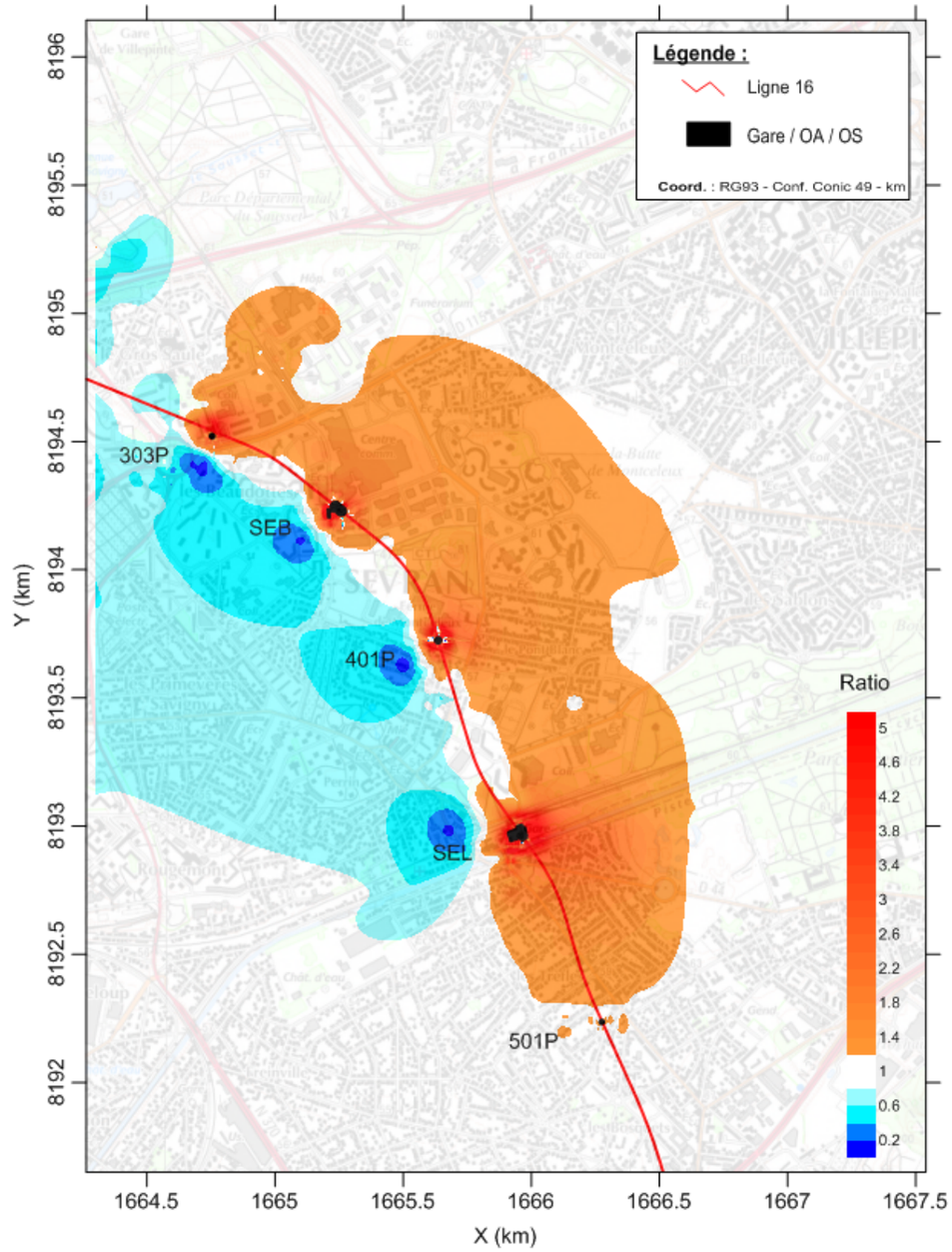
Modèle Saint-Denis Pleyel / La Courneuve : variation du ratio de vitesse de Darcy dans les Marnes et caillasses (Egis, 2016)



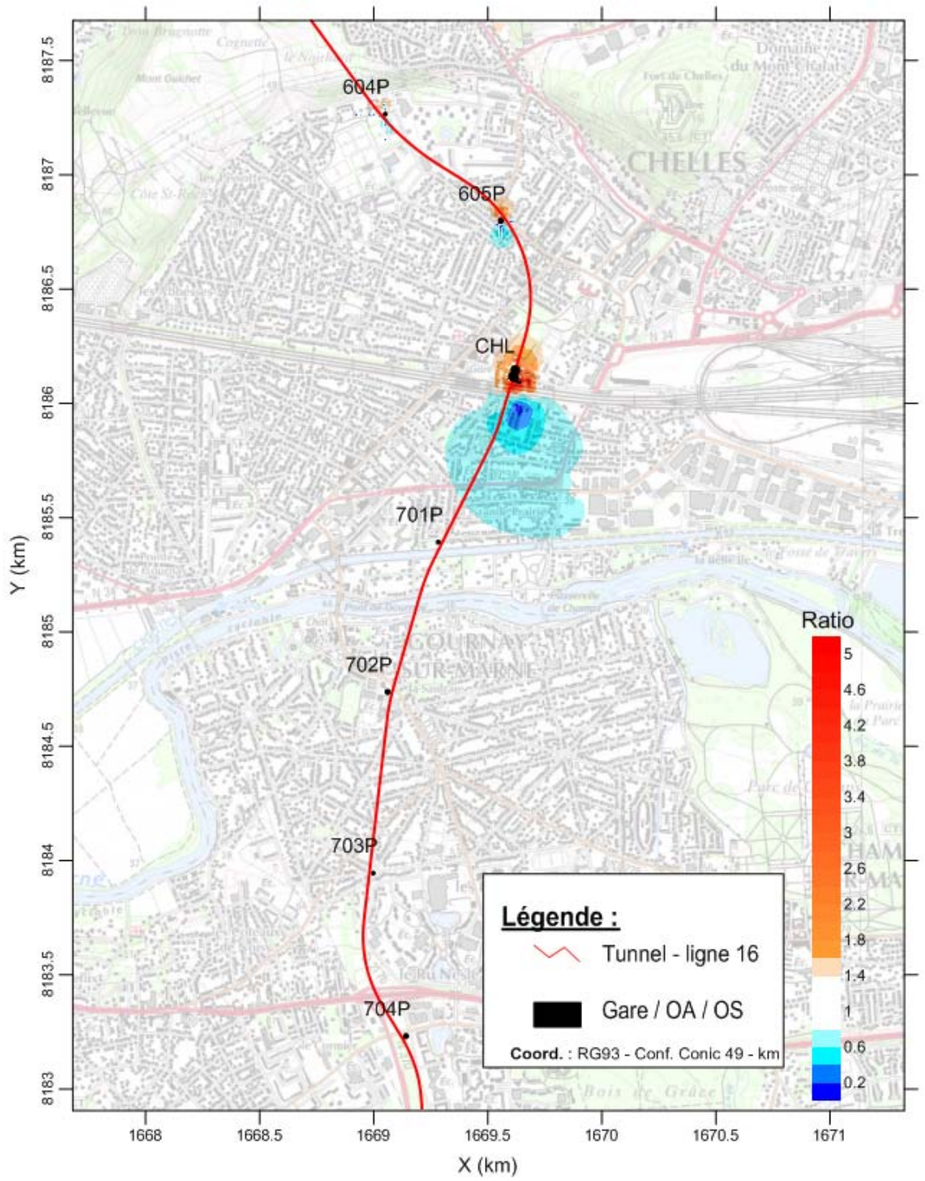
Modèle Le Bourget : variation du ratio de vitesse de Darcy dans les Marnes et caillasses (Egis, 2016)



Modèle Aulnay / Le Blanc-Mesnil : variation du ratio de vitesse de Darcy dans les Marnes et caillasses (Egis, 2016)



Modèle Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry : variation du ratio de vitesse de Darcy dans les Marnes et caillasses (Egis, 2016)



Modèle Chelles : variation du ratio de vitesse de Darcy dans les Marnes et caillasses (Egis, 2016)

De manière générale, les résultats montrent que :

- la structure est relativement complexe et reflète à la fois la complexité du phénomène et les particularités du champ d'écoulement ;
- les accélérations maximales atteignent au plus un facteur 5 ;
- l'enveloppe des valeurs supérieures à 3 se déploie sur un périmètre de quelques centaines de mètres autour des ouvrages.

Plus dans le détail, il apparaît que l'effet est le plus marqué sur les secteurs Saint-Denis Pleyel / La Courneuve et Le Bourget. Il est très atténué sur le secteur Chelles et modéré sur celui de Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry, potentiellement le plus sensible au phénomène.

Si les captages de Pantin sont d'ores et déjà affectés par la dissolution du gypse, il s'agit d'un phénomène naturel que le projet de la ligne 16 n'est pas de nature à accélérer dans ce secteur compte-tenu de la distance qui sépare Pantin du projet.

Il convient de rappeler que les résultats obtenus considèrent un régime d'écoulement permanent qui majore sensiblement les effets réels et transitoires du projet. En admettant le principe de proportionnalité entre vitesse d'écoulement et de dissolution, une accélération de la vitesse de Darcy d'un facteur X revient à multiplier le temps d'action (= de dissolution active) par le même facteur.

En replaçant les résultats dans leur contexte temporel, les ratios obtenus conduisent à multiplier le temps d'action sur la période par le même facteur, soit pour une durée de travaux de 4 ans et pour un ratio de 3 par exemple, un temps de dissolution majoré de 8 ans. En d'autres termes, la quantité de gypse dissoute pendant la phase travaux (4 ans) correspond à la quantité de gypse qui serait naturellement dissoute en 12 ans. La dissolution du gypse est un phénomène très lent et l'échelle de temps considérée ici est sans commune mesure avec celle des processus naturels. De ce point de vue **il convient donc de considérer que le projet n'est pas de nature à augmenter le risque lié à la dissolution du gypse**.

6.4.5. Effets des rabattements sur les tassements du sol

Les phénomènes de tassement sont liés à une augmentation des contraintes effectives. Ils sont communément étudiés pour analyser le risque d'atteinte au bâti existant, lequel dépend de l'amplitude du tassement, mais aussi du type de fondation. Ce type d'incidence relève davantage du risque géotechnique et n'est donc pas traité ici. Quelques précisions peuvent être néanmoins apportées.

L'estimation des tassements induits par les rabattements de nappe sont généralement abordés par des modélisations spécifiques tenant compte de la géométrie (au sens du modèle géotechnique) et des propriétés mécaniques des sols (compressibilité), sous des conditions de rabattement données. Ces études ont fait l'objet de notes spécifiques pour les besoins du projet.

Pour les valeurs de rabattement attendues ici (quelques mètres au plus) **le tassement absolu est inférieur au centimètre, ce qui reste compatible avec la pérennité des bâtis existants**. De la même manière, les tassements différentiels sont limités et systématiquement inférieurs aux seuils de 1 mm/m usuellement admis pour garantir la pérennité des ouvrages de surface.

Analyse des tassements générés par rabattements au niveau de la gare Le Bourget RER

Une analyse a été menée afin d'évaluer les tassements ; elle montre que ceux-ci sont négligeables :

- Le rabattement concerne la nappe principale ;
- Le rabattement maximum (super scénario) est de 3 m sur les gares Le Bourget RER et Aulnay ;
- L'analyse est basée sur le contexte de la gare Le Bourget RER où il y a plus d'enjeux que sur la gare Aulnay ;
- Deux approches sont considérées :
  - La première considère un tassement œdométrique des couches concernées.
  - La deuxième prend en compte que les couches a déjà subi une fluctuation de la nappe ce qui est plus proche de la réalité (l'hypothèse retenue reste d'ailleurs sécuritaire car les niveaux industriels historiques sont beaucoup plus bas que ce que vont générer les épuisements de fouille) ;
- Les analyses indiquent 4 à 5 mm de tassements absolus. Au vu de l'échelle/étendue de ces rabattements, on peut considérer qu'au droit des ouvrages, le tassement différentiel est quasi nul. C'est l'ensemble de la zone sur plusieurs centaines de mètres qui « subit » ce tassement.

Enfin, à noter que les modélisations Plaxis locales prennent bien en compte ce phénomène de rabattement au droit des parois moulées et donc des avoisinants proches.

	Abaissement niveau d'eau (m)		
	3		
Fluctuation naturelle niveau d'eau (m)	-	1,6	E'ur (chargement/déchargement)
Abaissement retenu	3	1,4	Eoedo

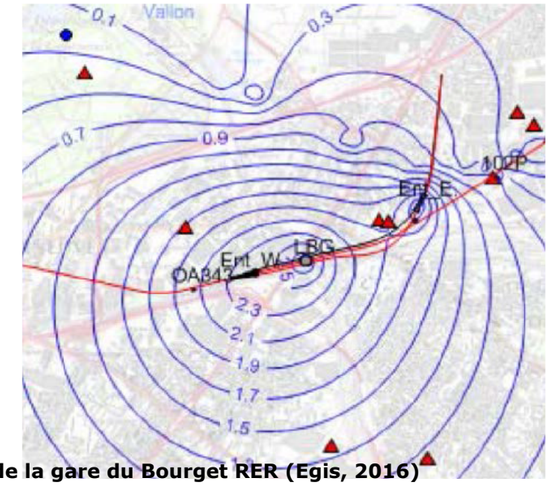
Ensemble géo-mécanique	Côte du toit Modèle "Est"	Epaisseur de la couche	Poids volumique	Module pressio.	Coefficient rhéologique	Modules de chargement*	Module oedométrique	Modules de déchargement*	Tassement oedométrique (mm)	Tassement oedométrique prise en compte fluctuation naturelle (mm)
	z	H	γ_h	E_M retenu	α	E'	E_{oed}	E'_{ur}	$\rho_{oedo\ (1)}$	$\rho_{oedo\ (2)}$
	(NGF)	(m)	(kN/m^3)	(MPa)	( )	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)
R	44,0	1,2	19	7	1	15	20	40	0,0	0,0
Aa	42,8	3,8	19	15	0	45	61	115	0,0	0,0
MPH(2)	39,0	2,1	21	15	1	45	61	90	0,0	0,0
SV(1)	36,9	0,8	19,0	15,0	0,5	45,0	60,8	90	0,4	0,3
SO(1)	36,1	4,1	17,0	8,0	0,3	35,0	47,3	90	2,6	1,9
SO(3)	32,0	5,9	18,0	40,0	0,3	180,0	243,0	450	0,7	0,5
SB(3)	26,1	10,4	21,0	85,0	0,5	255,0	344,3	640	0,9	0,7
MC(2)	15,7	1,2	20,0	30,0	0,3	135,0	182,3	405	0,2	0,1
MC(4)	14,5	13,3	20,0	200,0	0,3	900,0	1215,0	2250	0,3	0,2
CG	1,2		21	310	0,5	1240	1674	3100	0,0	0,0
							Tassement Total (mm)		5,2	3,9

Couches non impactées (nappe superficielle)
Couche concernées
Couche incompressible

EH =	38,8	NGF
EB =	37,2	NGF
Δ =	1,6	m

--> fluctuation naturelle est supérieure à cette valeur d'autant plus que la région a déjà subi des niveaux d'eaux historiques beaucoup plus bas

$\rho_{oedo\ (1)}$	utilisation de Eoed dans toutes les couches
$\rho_{oedo\ (2)}$	utilisation de Eoedo dans abaissement retenu et E'ur dans niveau de fluctuation naturelle



Analyse des tassements générés par rabattements au niveau de la gare du Bourget RER (Egis, 2016)

6.4.6. Modification des panaches de pollution du sol

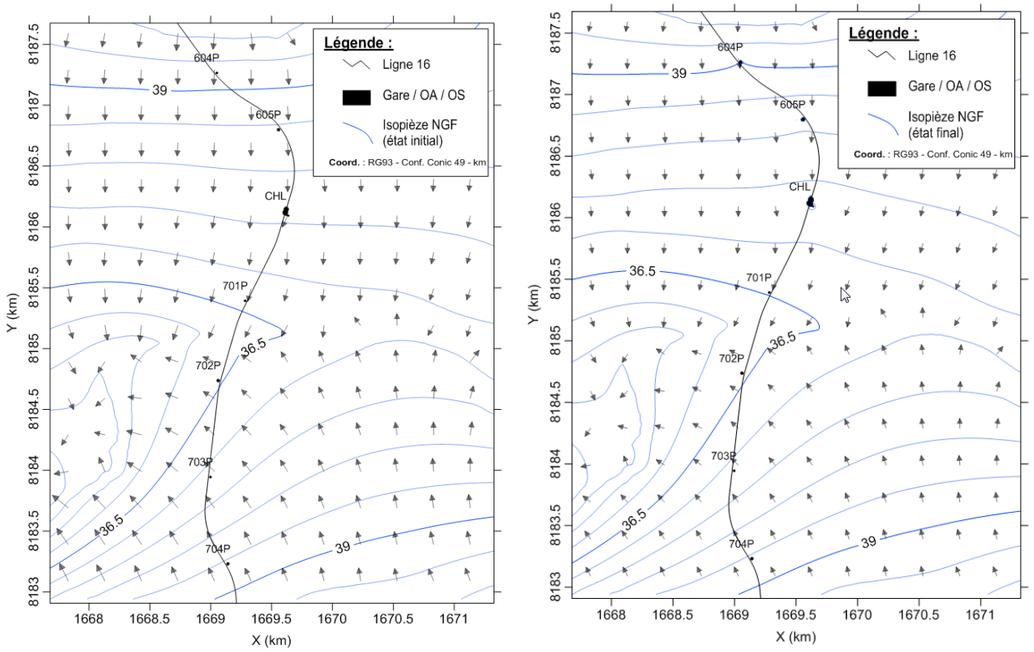
Les pompages dans les nappes d'eaux souterraines réalisés pour l'épuisement provisoire des fonds de fouille sont susceptibles de mobiliser des panaches de pollutions présents dans les eaux souterraines dans l'environnement des ouvrages et d'induire la migration de polluants, via les eaux souterraines, vers les zones de pompage. Comme on l'a vu au chapitre précédent, le phénomène de mise en contact de polluants de la nappe superficielle avec les nappes plus profondes lors de la réalisation des ouvrages souterrains est quant à lui limité par la réalisation de parois moulées étanches évitant les transferts horizontaux et le contact entre les différents aquifères.

Un certain nombre de zones concernées par la pollution des eaux souterraines ont été identifiées. Les polluants analysés dans les eaux au droit de ces zones correspondent à des solvants chlorés et/ou des hydrocarbures. Il s'agit principalement des zones suivantes :

- Le secteur de la gare de Chelles montre une contamination modérée de la nappe alluviale par des solvants chlorés ;
- Le secteur de Sevran, et plus particulièrement au droit de l'ouvrage 0501P, une contamination par des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) a été identifiée ;
- Secteur du Bourget : des analyses des eaux souterraines au droit de la gare du Bourget et de l'entonnement Est montrent une contamination de la nappe par des solvants chlorés (nappes des Calcaires de Saint-Ouen (SO), des Sables de Beauchamp (SB) et des Marnes et Caillasses (MC)) ;
- Secteur Stade de France – OA 6401P et OA 3302P - OA3303P : ce secteur présente une contamination significative des eaux souterraines (nappe des Marno-calcaires de Saint-Ouen et potentiellement Sables de Beauchamp) par des hydrocarbures et des solvants chlorés. Une phase flottante d'hydrocarbures a été identifiée sur le toit de la nappe à environ 150 m à l'Est de l'ouvrage OA 6401P.

Les sens d'écoulements ainsi que les variations de gradients issus des simulations sont analysés ci-après afin d'évaluer l'impact du projet sur les éventuelles migrations de polluants via les eaux souterraines.

6.4.6.1. Secteur Noisy-Champs / Chelles



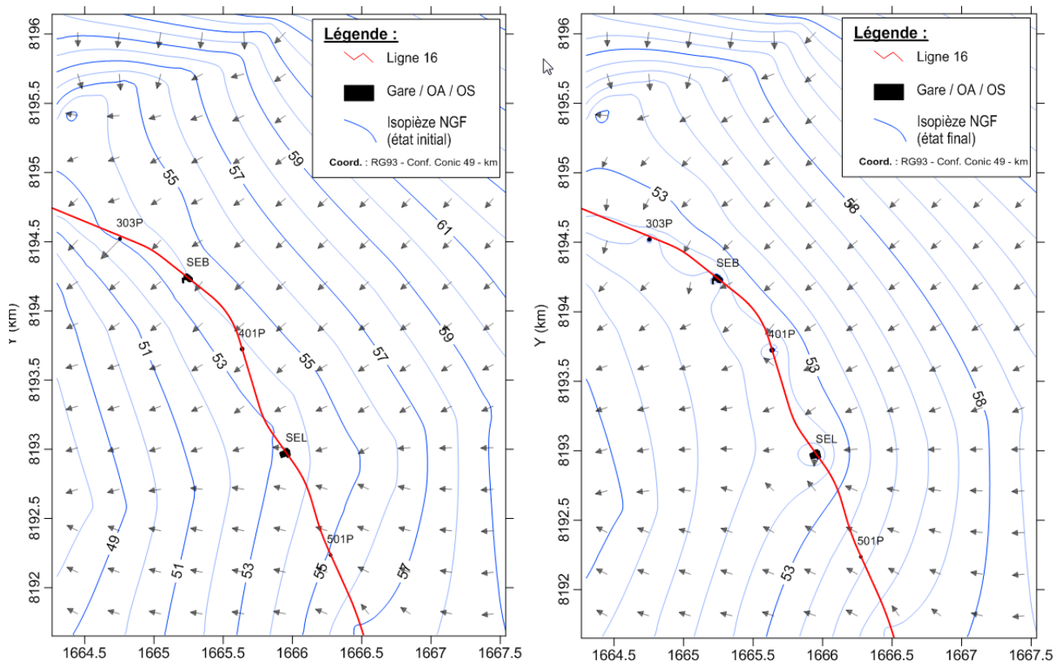
Comparaison du gradient entre état initial (figure de gauche) et état final (figure de droite) (Egis, 2016)

Il s'agit d'une zone où la présence de pollution de la nappe est présumée, mais aucune analyse n'a encore permis de confirmer cette présomption.

Les résultats de simulation montrent que l'incidence des pompages d'épuisement en phase travaux sur le déplacement horizontal de la nappe devrait être limitée. Les directions de propagation resteront globalement les mêmes, en revanche les vitesses d'écoulement seront localement réduites.

L'impact en termes de migration de polluants devrait être très limité.

6.4.6.2. Secteur Sevran



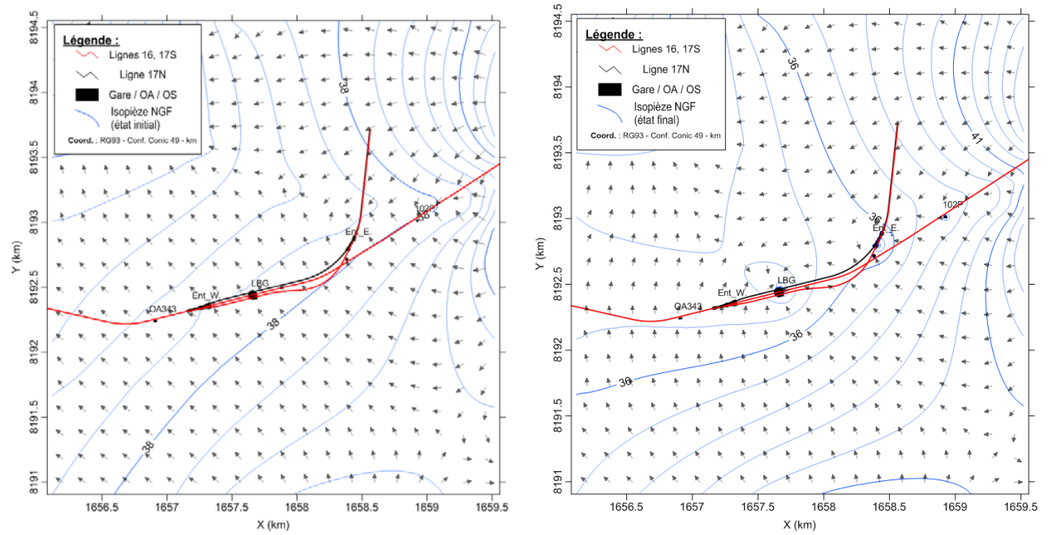
Comparaison du gradient entre état initial (figure de gauche) et état final (figure de droite) (Egis, 2016)

Les analyses de la nappe du Saint-Ouen / Beauchamp au droit de l'ouvrage 0501P a montré une pollution par des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques - benzo(a)pyrène).

Les résultats de simulation montrent que l'incidence des pompages d'épuisement en phase travaux sur le déplacement horizontal de la nappe devrait être limitée. Les directions de propagation resteront globalement les mêmes. Aux alentours de l'ouvrage 0501P (principalement concerné par la pollution) les vitesses d'écoulement resteront sensiblement les mêmes que celles calculées pour l'état initial.

L'impact en termes de migration de polluants devrait être très limité.

6.4.6.3. Secteur Le Bourget



Comparaison du gradient entre état initial (figure de gauche) et état final (figure de droite) (Egis, 2016)

Les analyses d'eaux souterraines réalisées au droit de la gare du Bourget et de l'entonnement Est dans les nappes des Marnes et caillasses et du Marno-calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp respectivement ont montré une pollution par des solvants chlorés (COHV).

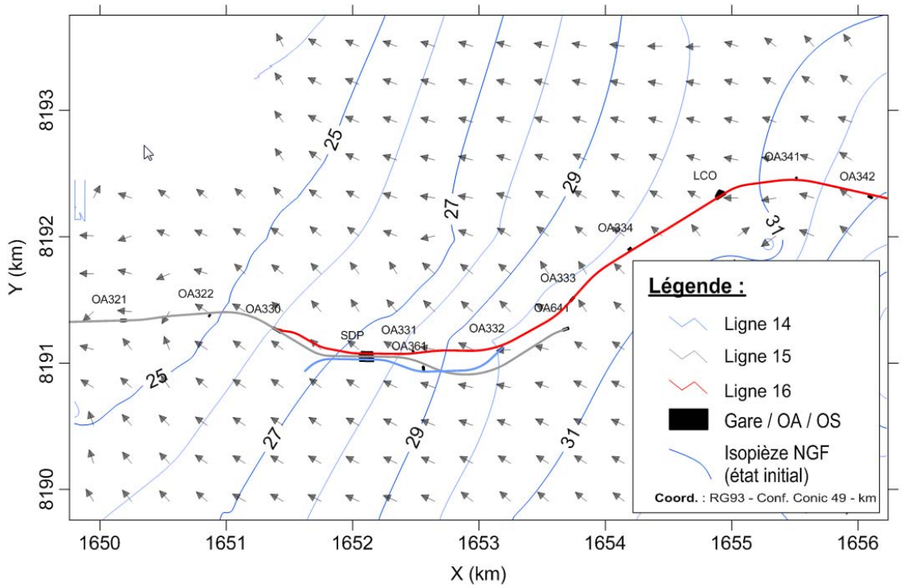
Les résultats de simulation montrent que l'incidence des pompages d'épuisement en phase travaux sur le déplacement horizontal de la nappe devrait être limitée. Les directions de propagation resteront globalement les mêmes.

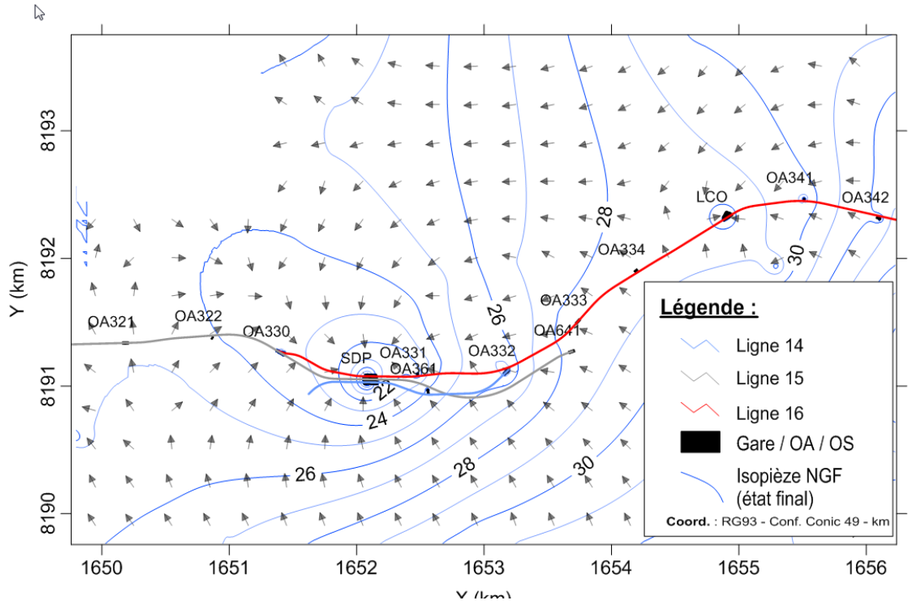
Aux alentours de l'ouvrage du Bourget et de l'entonnement Est (principalement concerné par la pollution) les vitesses d'écoulement seront supérieures d'un rapport 2 par rapport à l'état initial.

Une migration du panache de pollution est alors possible mais compte tenu de l'étendue de la zone concernée**, l'étendue du panache de pollution de la nappe devrait rester du même ordre de grandeur que la zone suspectée polluée**.

Il convient toutefois de rappeler qu'il est difficile d'évaluer l'étendue des panaches de pollution existant le long du projet et que des incertitudes importantes persistent à ce sujet. Des analyses complémentaires des eaux souterraines des différentes nappes au droit du projet sont prévues dans la suite des études en phase de conception « projet ».

6.4.6.4. Secteur entre le stade de France et l'OA 6401P





Comparaison du gradient entre état initial (figure du haut) et état final (figure du bas) (Egis, 2016)

Les essais réalisés à proximité de l'ouvrage 641 dans les nappes du Marno-calcaire de Saint-Ouen, Sables de Beauchamp et des Marnes et caillasses, montrent des pollutions importantes par de hydrocarbures (dont des BTEX – hydrocarbures volatils), et des solvants.

Les résultats de simulation montrent une incidence des pompages d'épuisement en phase travaux sur le déplacement horizontal de la nappe. Les directions de propagation seront probablement modifiées dans ce secteur.

Aux alentours de l'ouvrage 6401P (principalement concerné par la pollution) les vitesses d'écoulement sont multipliées par 4-5 vis-à-vis des vitesses calculées pour l'état initial.

Une migration du panache de pollution est alors possible mais difficile à dimensionner à ce stade. Le transport de polluants en milieu poreux est complexe et d'autres phénomènes que la cinétique d'écoulement entrent en jeu.

La parfaite connaissance de qualité des eaux souterraines des différentes nappes concernées par le projet et le suivi de la qualité des eaux pompées en phase travaux permettront d'appréhender ce phénomène.

L'impact du projet est tout de même à relativiser vis-à-vis de l'ampleur de la zone actuellement polluée. **Il est probable que malgré cette augmentation des vitesses, l'étendue de la zone polluée ne soit pas considérablement augmentée**.

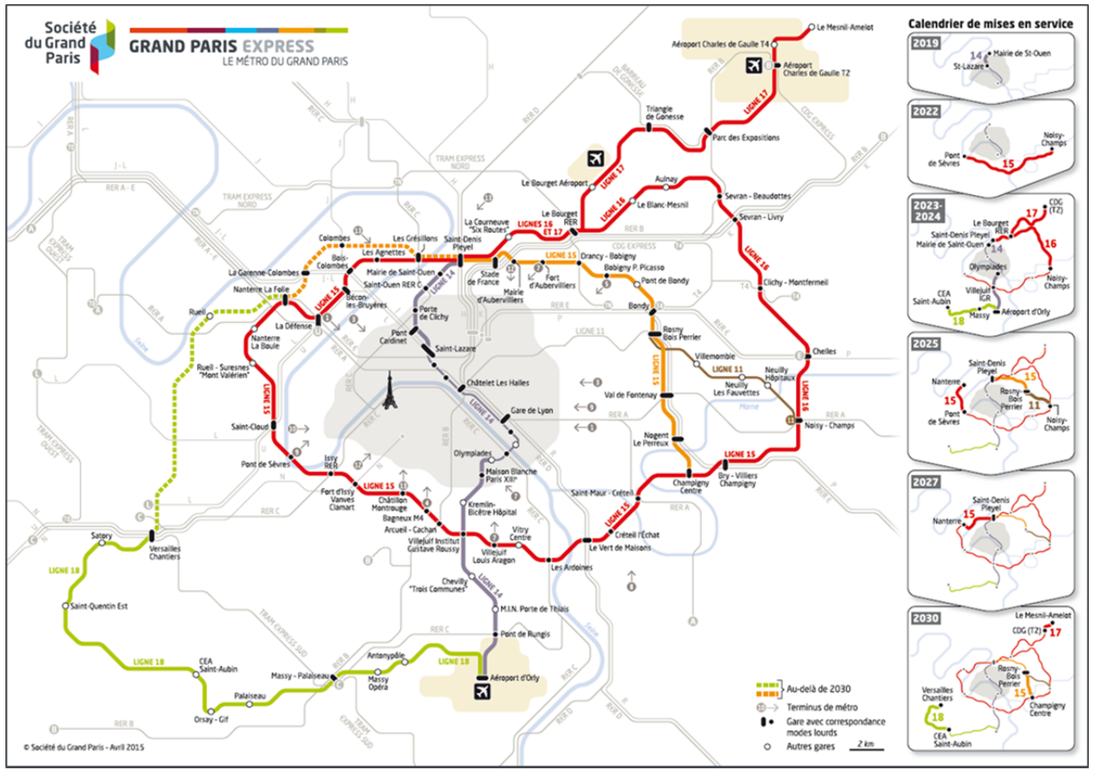
6.4.7. Analyse des effets cumulés avec d'autres projets

Le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord fait partie d'un programme de développement du réseau de transport francilien impliquant plusieurs maîtres d'ouvrage (cf. figure suivante).

En focalisant sur le secteur nord de Paris et en rive droite de la Seine où se développent les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, les autres projets sont principalement :

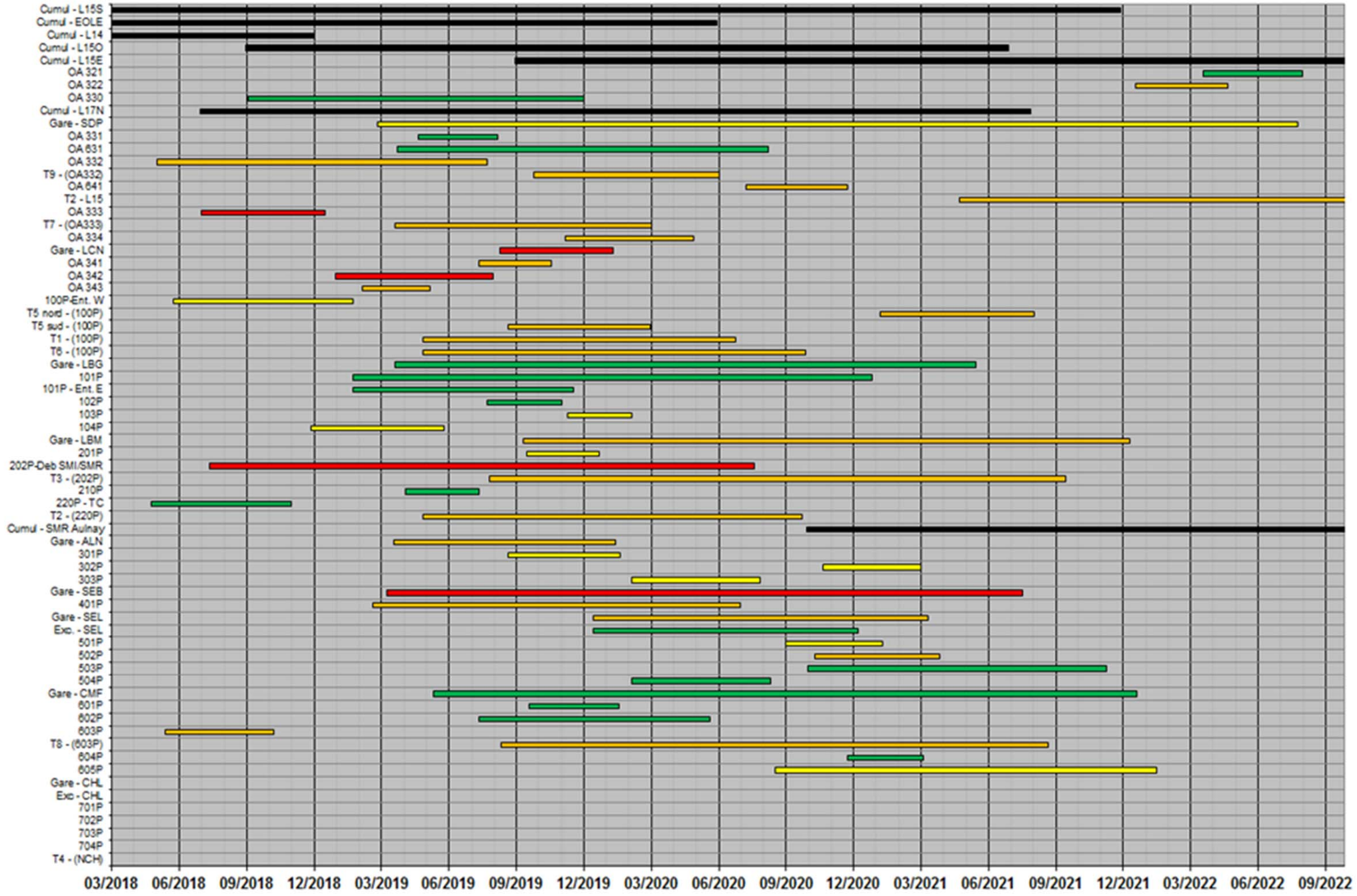
- Ligne 17 Nord, tronçon Le Bourget RER - Le Mesnil-Amelot (maîtrise d'ouvrage SGP) ;
- Ligne 15 Ouest, tronçon Pont de Sèvres - Saint-Denis Pleyel (maîtrise d'ouvrage SGP) ;
- Ligne 15 Est, tronçon Saint-Denis Pleyel - Rosny Bois Perrier (maîtrise d'ouvrage initiale STIF, transférée à la SGP en février 2015) ;
- Ligne 15 Sud, tronçon Pont de Sèvres - Noisy-Champs (maîtrise d'ouvrage SGP) ;
- Prolongement de la ligne 14, tronçon Saint-Lazare - Mairie de Saint-Ouen (maîtrise d'ouvrage RATP) ;
- Ligne 11, tronçon Rosny Bois Perrier - Noisy-Champs (maîtrise d'ouvrage RATP) ;
- Prolongement à l'ouest du RER E (EOLE), de Saint-Lazare au CNIT de la Défense (maîtrise d'ouvrage SNCF Réseau).

On remarque que les autres projets de métro sont essentiellement développés dans la partie ouest du tronçon étudié. Ces projets sont actuellement à des états d'avancement variables et certains vont se développer de manière en partie concomitante.



Métro du Grand Paris Express (SGP, 2015)

Conformément aux dispositions du code de l'environnement relatives à l'étude d'impact, il convient d'analyser leur effet cumulé avec le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord Saint-Denis Pleyel – Noisy-Champs. Le chronogramme présenté en page suivante permet de visualiser le recouvrement des phases travaux des autres projets (barre noires sur le graphique) et plus particulièrement des opérations de rabattement de nappe.



Superposition des phasages de travaux (de rabattement) du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord et des autres projets de métro (en noir) (Egis, 2016)

6.4.7.1. Méthodes et documents de référence

La possibilité d'un effet cumulé suppose d'une part la concomitance des travaux et d'autre part un recouvrement au moins partiel des zones de rabattement dans l'espace, sous réserve que les systèmes aquifères considérés soient communs. L'analyse a donc été conduite selon ce principe.

Les entrants utilisés sont issus de résultats de modélisations hydrogéologiques antérieures, et plus précisément de cartes de rabattement avec cependant des limites qui, outre les hypothèses conceptuelles et les approximations liées au calage propre à chaque modèle, tiennent :

- A l'enveloppe limite des isovaleurs (0,5 m pour le modèle EOLE) ;
- A la prise en compte de certains éléments du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, mais à un stade plus amont (niveau étude préliminaire) pour lequel les dimensions des ouvrages et les dispositions constructives différaient très sensiblement de celles considérées au stade actuel du projet (AVP). C'est notamment le cas pour les lignes 15 Est (intégrant la gare de Saint-Denis Pleyel, et les ouvrages annexes OA 3300P - Bd Finot, OA 6301P - Rue des Cheminots et OA 6401P) et 17 Nord (intégrant les gares Le Bourget RER, Le Blanc-Mesnil, Aulnay et le raccordement au SMI/SMR d'Aulnay sous forme de tranchée couverte) ;
- A l'absence de données d'hydrogéologie dans le cadre des études de la ligne 15 Ouest.

En ne considérant que le critère temporel, le projet de prolongement de la ligne 14 de Saint-Lazare à Mairie de Saint-Ouen, intervient avant les phases majeures du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord et n'est pas à prendre en compte.

De la même manière, le projet d'extension de la ligne 11 (non représenté sur le chronogramme précédent) interviendra postérieurement aux travaux des lignes 16,17 Sud et 14 Nord. Enfin, la ligne 15 Est ne concerne, ni la même zone géographique, ni les mêmes nappes.

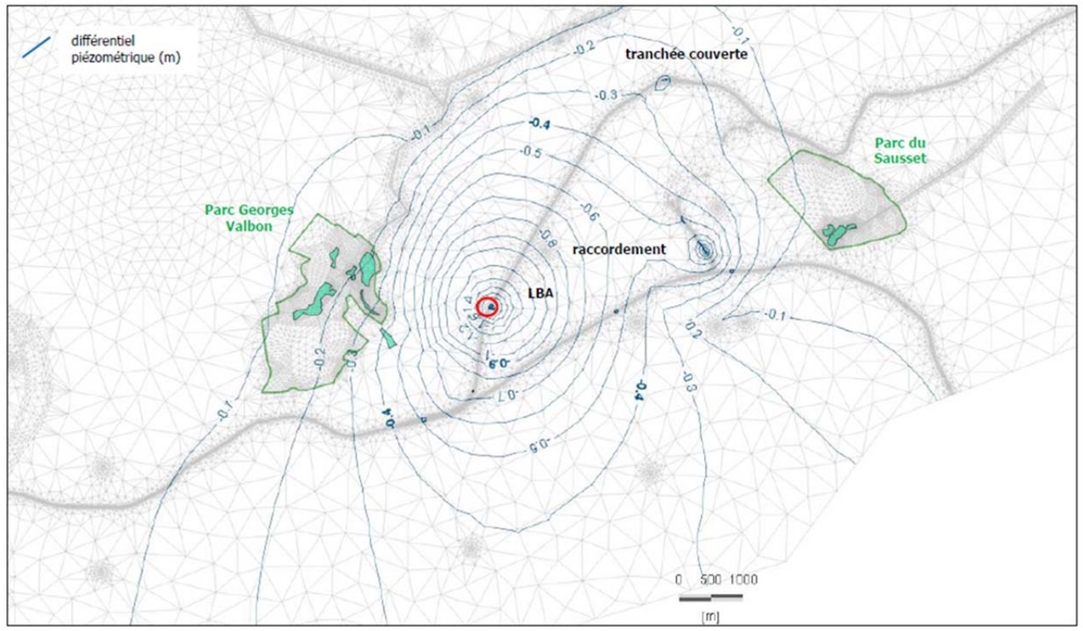
Au bilan les autres projets à retenir sont les lignes 15 Sud, 17 Nord et EOLE. Les cartes d'impact utilisées pour l'analyse sont issues des documents suivants :

- SNCF Réseau. Prolongement du RER E à l'Ouest - Tronçon Haussmann-Saint-Lazare / Nanterre. Dossier de demande d'autorisation au titre du code de l'environnement, juin 2014 ;
- SNCF Réseau. Prolongement du RER E à l'Ouest - Tronçon Haussmann-Saint-Lazare / Nanterre. Dossier de demande d'autorisation au titre du code de l'environnement. Mémoire en réponse aux observations de la DRIEE des 30 octobre 2014 et 10 décembre 2014, j. Janvier 2015.
- SGP, Grand Paris Express/Ligne 17 Nord. Reprise de la modélisation hydrogéologique. Analyse des impacts du projet. Analyse des impacts cumulés du projet. Rapport BURGEAP CICEIF150655 / RICEIF00165, mai 2015 ;
- SGP, Grand Paris Express/Ligne 17 Nord. Reprise de la modélisation hydrogéologique. Analyse des impacts du projet. Complément au rapport RICEIF00165. Rapport BURGEAP CICEIF150655 / RICEIF00169, septembre 2015 ;

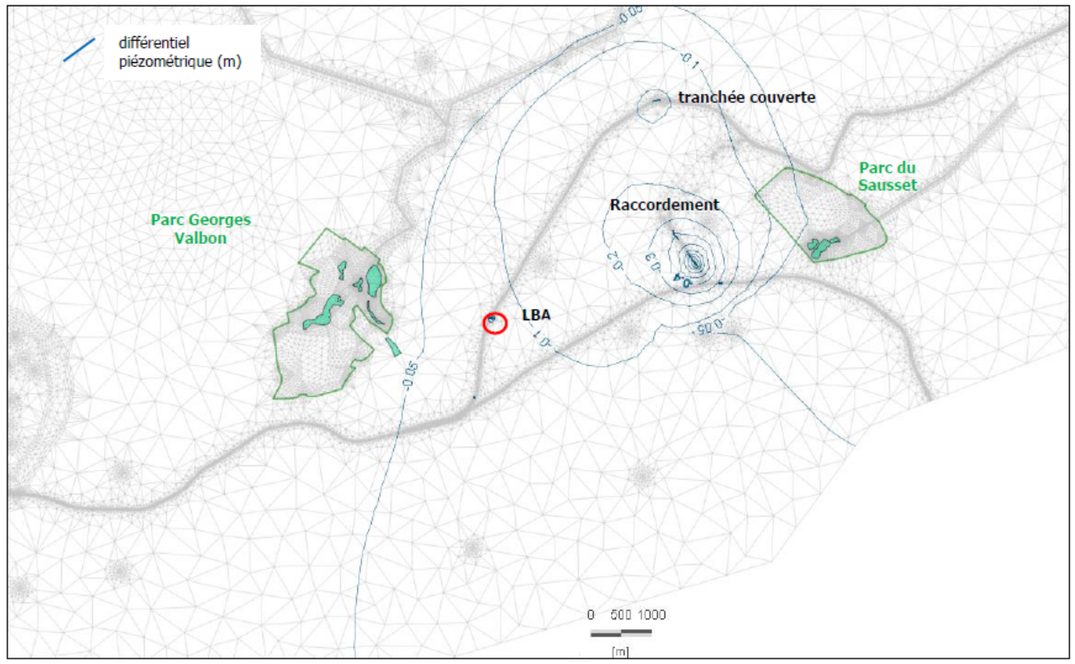
6.4.7.2. Résultats

Les figures ci-après présentent successivement les cartes d'impact obtenues pour la ligne 17 Nord sans et avec mesures de réduction d'impact, lesquelles concernent la gare Le Bourget Aéroport (LBA) et consistent à prolonger les fiches des parois moulées jusqu'au toit des Marnes et caillasses autour des deux ailes correspondant au niveau R-2. Ces dispositions constructives permettraient de ramener l'impact à un niveau résiduel (≤ 0,03 m) au droit des étangs du Vallon et des Brouillards du parc départemental Georges Valbon.

Les isovaleurs négatives signifient qu'il s'agit d'un rabattement de nappe.



Carte d'impact du projet de ligne 17 Nord seule. Phase travaux, sans mesure de réduction (simulation 4) (Burgeap, 2015)

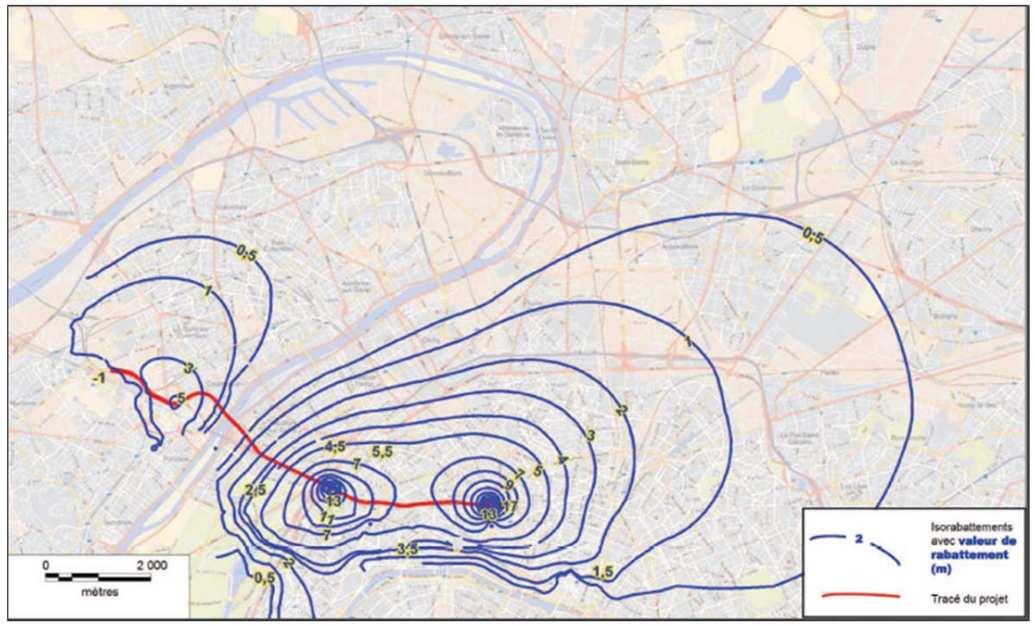


Carte d'impact du projet de ligne 17 Nord seule. Phase travaux, avec mesures de réduction (Burgeap, 2015)

Dans ces conditions, la possibilité d'un effet cumulé avec le projet étudié apparaît marginale.

On relèvera par ailleurs que les impacts sur les captages existants ne sont pas présentés et qu'il n'est donc possible d'en évaluer l'importance.

La figure ci-après présente la carte d'impact du projet de Prolongement du RER E à l'Ouest (EOLE). L'enveloppe est limitée à l'isovaleur 0,5 m et ne permet pas d'apprécier le rabattement au-delà, notamment vers le Nord, au droit des étangs du Parc Georges Valbon.



Extrait de la carte d'impact du projet EOLE (nappe du Lutétien) (SNCF Réseau, 2015)

Cependant si l'on se réfère au mémoire en réponse aux observations de la DRIEE, il est précisé que :

«…l'impact des pompages de rabattement sur l'aquifère yprésien captif (Sables de Cuise), à l'aplomb du parc de La Courneuve, serait compris entre 0,2 et 0,3 m après 4 ans de pompage, soit une variation qui n'excède pas les fluctuations saisonnières de cette nappe.

L'absence de relation directe entre l'aquifère superficiel et l'aquifère yprésien permet donc de supposer que le rabattement induit dans l'aquifère superficiel sera amorti et peu perceptible.

Le rabattement occasionné par les pompages dans l'Yprésien ne devrait donc pas avoir d'incidence sur ce milieu naturel… ».

Ces considérations permettent également de conclure à la quasi-absence d'un possible effet cumulé avec le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

6.4.8. Synthèse des effets en phase travaux et mesures d'évitement et de réduction des effets négatifs

6.4.8.1. Synthèse des effets de rabattement de nappe en phase travaux

Il convient de rappeler que les effets de rabattement auront un caractère temporaire et qu'ils se manifesteront sur une durée cumulée d'environ 4 ans. Comparativement aux effets barrages en phase exploitation, les impacts liés à ces opérations sont de toute évidence plus importants, tant en amplitude qu'en portée.

Selon les résultats des modélisations, l'abaissement du niveau de nappe pourrait atteindre dans certains cas des **valeurs décimétriques au droit des plans d'eau des sites Natura 2000 et métriques au droit de quelques captages AEP**.

Compte tenu des incertitudes et des limites méthodologiques ces valeurs sont avant tout à considérer en ordre de grandeur en gardant à l'esprit leur caractère majorant, tant par la concomitance admise de certaines opérations (rabattement en fond de fouille, alimentation des tunneliers par pompage en nappe), la prise en compte d'un régime d'écoulement permanent ou encore l'hypothèse sécuritaire sur le débit d'alimentation des tunneliers.

En l'absence de critère établis, l'acceptabilité de ces variations piézométriques reste difficile à apprécier. D'autant que ces critères devraient tenir compte à la fois de la nature, des caractéristiques et de la sensibilité des enjeux mais aussi de l'amplitude des battements naturels de la nappe.

A titre d'exemple, il est évident qu'une baisse de niveau temporaire de 0,5 m n'aurait pas la même importance selon qu'il s'agit d'un captage AEP exploitant un aquifère puissant de plusieurs dizaines de mètres ou d'un plan d'eau de faible profondeur. De la même manière, un abaissement de niveau 0,5 m n'aurait pas la même incidence selon que la nappe connaît naturellement des fluctuations de grande ou de faible amplitude. Dans le cas présent, elles peuvent être estimées entre 1 et 2 m sur les 4 à 5 dernières années.

- **Impact sur les captages AEP**

Cet impact lié au rabattement de nappe en fond de fouille est associé uniquement à la phase travaux. Dans le cas présent, la profondeur importante des forages AEP exploitant l'Yprésien (au moins une centaine de mètres sous la surface) met ceux-ci hors d'atteinte des rabattements réalisés en fond de fouille à une profondeur de l'ordre de 40 m maximum. Les rabattements évalués par la modélisation au droit des captages atteignent au plus 1,70 m pour la nappe du Bartonien et n'auront **aucun impact négatif sur la production des captages AEP**.

L'alimentation des tunneliers par pompage dans l'Yprésien, d'environ 50 m^3/h, est envisagée uniquement au droit des puits de lancement des tunneliers (0100P/entonnement ouest, 3300P, 3302P, 0202P/débranchement SMI-SMR, 0220P, 0603P, arrière-gare de Noisy-Champs). Il s'agit d'une possibilité offerte aux entreprises, qui pourra être mise en œuvre partiellement, voir pas mise en œuvre du tout, si celles-ci privilégient une alimentation des tunneliers depuis le réseau d'eau public, ou si elles réutilisent de l'eau d'exhaure de l'ouvrage départ de tunnelier ou d'un ouvrage voisin. Par ailleurs, la ré-injection en nappe des eaux d'exhaure est envisageable pour certains ouvrages (LCO, 341, 342, LBG, 101, 202, ALN, 303, SEB) et offre une autre possibilité de réduire le rabattement des nappes.

- **Impact sur les plans d'eau des sites Natura 2000**

Cet impact lié au rabattement de nappe en fond de fouille est associé uniquement à la phase travaux. Il concerne potentiellement les plans d'eau dont l'alimentation dépend pour partie de la nappe des alluvions et qui présentent des enjeux importants pour des espèces d'oiseaux de la directive « Oiseaux » inféodées à ces milieux : étangs des Brouillards et étang du Vallon pour le parc départemental Georges Valbon, marais et étang de Savigny pour le parc départemental du Sausset.

Il s'agit d'un **impact[4] difficile à quantifier** en l'état des incertitudes sur les échanges entre la nappe du Bartonien et la nappe des alluvions. Néanmoins, par application du principe de précaution, il est considéré comme réel et des mesures palliatives sont prévues pour réduite l'impact résiduel à zéro (cf. ci-après).

- **Impact sur les affleurements de nappe**

Les rabattements de la nappe du Bartonien sont susceptibles de réduire les affleurements de nappe à proximité des ouvrages pendant les périodes les plus actives de pompage. Tout comme pour les effets sur les plans d'eau, il s'agit d'un impact difficile à quantifier en l'état des incertitudes sur les échanges entre la nappe du Bartonien et les nappes de surface. En tout état de cause, il s'agira d'abaissements localisés et de faible amplitude, qui ne nécessitent pas de mesure de réduction d'impact.

- **Impact sur la dissolution du gypse**

L'effet est le plus marqué sur les secteurs Saint-Denis Pleyel / La Courneuve et Le Bourget. Il est très atténué sur le secteur Chelles et modéré sur celui de Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry, potentiellement le plus sensible au phénomène.

Toutefois la dissolution du gypse est un phénomène très lent et l'échelle de temps de réalisation des travaux des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est sans commune mesure avec celle des processus naturels. Il convient donc de considérer que **le projet n'est pas de nature à augmenter le risque lié à la dissolution du gypse en phase travaux**.

- **Impact sur la mise en communication de nappes**

Les techniques de réalisation mises en œuvre pour la réalisation des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, tant pour le tunnel (creusement au tunnelier), que pour les autres ouvrages (réalisation à l'abri de parois moulées), permettent de conclure à l'absence de risque significatif de mise en communication des nappes souterraines en phase travaux.

[4] On rappelle par ailleurs que les impacts induits éventuels des rabattements de nappe sur les espèces d'oiseaux de la directive « Oiseaux », ayant justifié la désignation de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis », sont analysés de façon détaillée dans le chapitre E VI du présent volet E, spécifique aux incidences Natura 2000.

- **Impact sur la modification des panaches de pollution**

L'impact en termes de migration de polluants devrait être le plus souvent très limité. Lorsque les vitesses d'écoulement de la nappe sont augmentées, une migration du panache de pollution est alors possible. Mais compte tenu de l'étendue des zones concernées par une pollution des sols, il est probable que ces zones ne soient pas considérablement modifiées.

- **Impact des rabattements sur les tassements du sol**

Le tassement absolu attendu est inférieur au centimètre et reste compatible avec la pérennité des bâtis existants. Les tassements différentiels sont limités et systématiquement inférieurs aux seuils de 1 mm/m usuellement admis pour garantir la pérennité des ouvrages de surface.

Les impacts et mesures relatifs aux tassements du sol sont détaillés dans le chapitre V 5 « Géologie et risques associés » du présent volet de l'étude d'impact.

- **Effets cumulés avec d'autres projets d'infrastructures souterraines**

La possibilité d'effets cumulés du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord avec d'autres projets d'infrastructures souterraines de transports apparaît marginale, sur la base des évaluations réalisées par modélisation hydrogéologique, et qui prennent en compte les mesures de réduction d'impact envisagées pour la construction des ouvrages de ces autres projets.

6.4.8.2. Mesures d'évitement et de réduction des effets négatifs en phase travaux

Les résultats appellent néanmoins une vigilance particulière et nécessitent une réflexion sur la mise en place de mesures d'évitement ou de réduction d'impact, lesquelles doivent être orientées en fonction des connaissances sur le milieu, notamment pour le cas des sites Natura 2000, au travers des relations entre la nappe et les plans d'eau et les marais. Ce sujet est traité plus spécifiquement au chapitre VI du présent volet E3, spécifique aux incidences Natura 2000.

Les mesures d'évitement et de réduction d'impact peuvent être de trois types :

- **Aménagement des dispositions constructives des ouvrages enterrés**

Au stade de la conception de niveau avant-projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, les possibilités d'agir sur les **dispositions constructives pour réduire le rabattement en phase chantier** sont techniquement et économiquement limitées. D'autant que la limitation des débits d'exhaure est déjà considérée comme un élément d'optimisation dans la conception et le dimensionnement même des ouvrages.

Des ajustements à la marge sont néanmoins possibles en phase de conception « projet » à venir, sous réserve d'une efficacité qui reste à démontrer avec certitude. Cette piste n'apparaît donc pas la plus opportune, en particulier pour les gares de Saint-Denis Pleyel, Sevran-Beaudottes et Sevran-Livry pour lesquelles les débits et les effets de rabattement attendus sont les plus importants.

- **Réinjection en nappe des eaux d'exhaure**

La **réinjection des débits en nappe** qui peut être regardée comme une mesure corrective, est une possibilité plus intéressante, aussi bien vis-à-vis des impacts sur les captages AEP que sur les sites Natura 2000.

Dans ce sens, les reconnaissances géotechniques en cours au moment de la rédaction de la présente étude d'impact (programme G2), et la phase de conception « projet » à venir, permettront de préciser la faisabilité et le dimensionnement de la réinjection, avec comme double objectif de réduire la portée et l'amplitude des cônes de rabattement, mais aussi de limiter le débit rejeté aux réseaux d'assainissement. Les secteurs nord des gares Saint-Denis Pleyel et La Courneuve « Six Routes », et l'ensemble du périmètre des gares de Sevran-Beaudottes et Sevran-Livry, sont à considérer en priorité pour l'étude de la réinjection en nappe.

- **Surveillance qualitative des eaux souterraines**

Il n'est pas attendu d'impacts significatifs sur la qualité des eaux souterraines liées à la construction du projet. Néanmoins, diverses mesures de suivi seront mises en œuvre afin de vérifier que le projet n'est pas à l'origine d'impacts qualitatifs sur les eaux souterraines :

- Mise en place de piézomètres de surveillance à l'intérieur et à l'extérieur de chaque ouvrage annexe ou gare permettant un suivi qualitatif des eaux souterraines. Le protocole de surveillance sera adapté en fonction du contexte de chaque ouvrage ;
- Réalisation d'analyses sur les éléments majeurs marqueurs du gypse : calcium, sulfates, conductivité. L'objectif de ces analyses est de suivre l'évolution du potentiel « dissolvant » de l'eau extraite vis-à-vis du gypse. Une attention particulière sera portée sur l'augmentation de la teneur de l'eau souterraine dans ces éléments par rapport à leur concentration initiale pouvant traduire une accélération des phénomènes de dissolution du gypse.

Par ailleurs, des analyses régulières des eaux d'exhaure seront effectuées en vue de leur rejet. Le protocole de surveillance sera adapté en fonction des modalités de rejet adoptées et de la qualité attendue des eaux d'exhaure (cf. chapitre suivant).

- **Soutien piézométrique des plans d'eau**

Le **soutien piézométrique des plans d'eau** est une solution retenue pour éviter l'éventuel impact des rabattements en phase travaux. Elle présente de nombreux avantages:

- Efficacité, en agissant directement sur la zone impactée ;
- Modularité, en permettant une adaptation rapide du débit de soutien en fonction du besoin et de la variation réelle des niveaux ;
- Coût, comparativement à l'adaptation des dispositions constructives.

Cette mesure sera accompagnée de la mise en place d'un réseau d'observation des niveaux de la nappe et des plans d'eau sur deux entités du site Natura 2000 de Seine-Saint-Denis : parcs Georges Valbon et parc du Sausset où existe un fort enjeu de biodiversité lié à la présence d'espèces de la directive « Oiseaux ». Ce réseau d'observation sera constitué de piézomètres implantés aux abords des étangs et d'échelles limnimétriques dans les plans d'eau. L'objectif poursuivi est :

- de mieux comprendre et caractériser le comportement actuel des systèmes hydrologiques ;
- de définir un état de référence avant travaux ; à cette fin les piézomètres et échelles limnimétriques auront été installés courant 2016 pour bénéficier d'une période d'observation d'une année avant le démarrage des travaux des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, envisagé à partir de fin octobre 2017 ;
- en phase chantier, de mesurer l'impact réel du projet et d'anticiper sur le déclenchement d'un apport d'eau supplémentaire dans les plans d'eau.

Le maintien des niveaux des plans d'eau à enjeu de biodiversité des parcs Georges Valbon et du Sausset (étang des Brouillards et du Vallon, marais et étang de Savigny) sera mis en œuvre en cas de baisse anormale des niveaux, au-dessous d'une cote fixée en accord avec les gestionnaires de ces parcs, et qui pourrait être imputée aux rabattements de nappe des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord pendant la phase travaux. L'apport d'eau dans les étangs et marais pourra se faire selon deux modalités qui seront précisées en phase de conception « projet » :

- Forage suffisamment éloigné et dans une nappe souterraine suffisamment profonde pour ne pas influencer le niveau de la nappe des alluvions et des plans d'eau ;
- Apport d'eau d'exhaure du projet après traitement adapté pour en garantir la qualité physico-chimique.

L'estimation des débits à mettre en œuvre, qu'ils proviennent des eaux de surface ou de nappe, est une inconnue qui sera précisée à partir des données de suivi (amplitude des battements de la nappe, rabattements observés). En première estimation il devrait être de l'ordre de 10 à 30 m^3/h pour l'ensemble des sites. Des modulations en fonction des effets du projet et du battement naturel et saisonnier de la nappe sont par ailleurs attendues.

- **Dissolution du gypse**

Les mesures de réduction d'impact sont développées au chapitre V-5.2 « Impacts liés à la présence de gypse dans le sous-sol et mesures associées » de l'étude d'impact. Il convient de s'y reporter pour une analyse détaillée.

On peut rappeler ici les principales dispositions envisagées pour pallier le risque de dissolution du gypse en phase travaux :

- Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier ;
- Suivi des déformations ;
- Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis ;
- Injection gravitaire préalable.

6.5. Impacts en phase exploitation

6.5.1. Effet barrage en phase exploitation

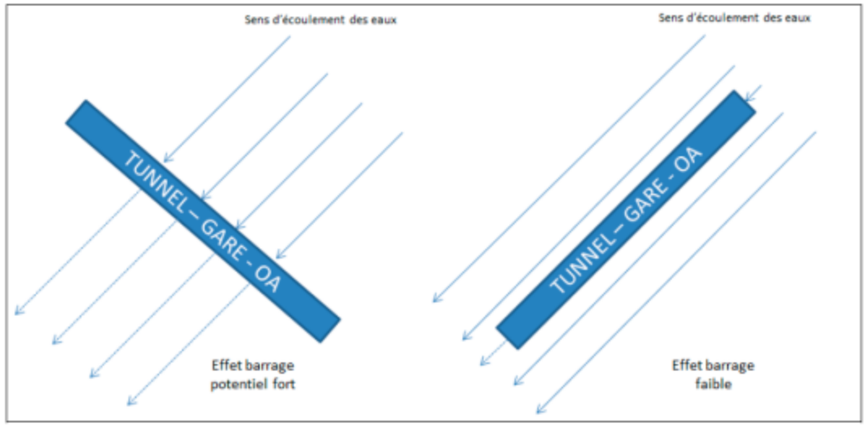
6.5.1.1. Généralités

L'effet barrage se caractérise par la réalisation d'un écran imperméable (ou peu perméable) au sens des écoulements des eaux souterraines. Cette notion appelle à une représentation conceptuelle identique à celle de l'effet barrage des eaux superficielles où la réalisation d'une structure perpendiculaire à un cours d'eau entraine une modification importante des caractéristiques de ce dernier, en amont et éventuellement en aval.

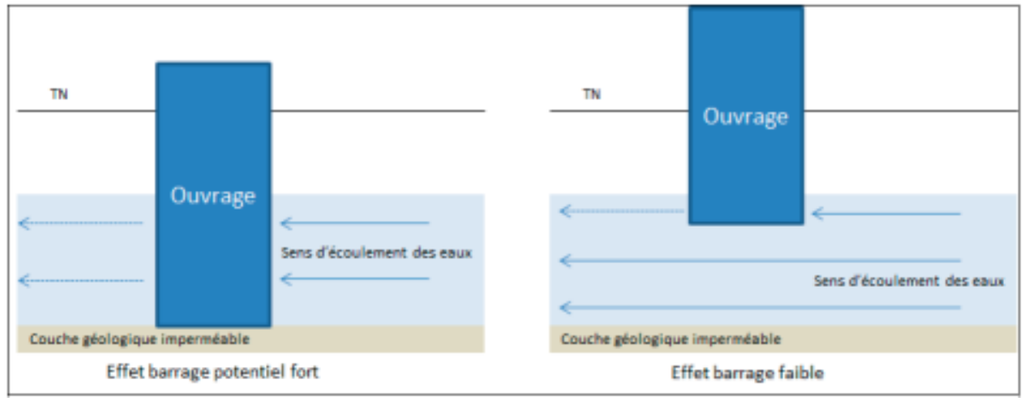
L'effet barrage dépend principalement de quatre paramètres :

- de l'orientation de l'ouvrage souterrain par rapport au sens d'écoulement de la nappe ;
- du contraste de perméabilité ;
- du gradient hydraulique de la nappe, c'est à dire la pente de la surface piézométrique : plus le gradient hydraulique sera élevé au niveau de l'ouvrage, plus l'effet barrage sera important ;
- de la pénétration de l'ouvrage dans l'aquifère occulté : plus l'épaisseur d'aquifère occultée est importante et plus l'effet barrage sera fort.

Les figures suivantes permettent de visualiser schématiquement les conditions hydrogéologiques influençant l'effet barrage.



Représentation conceptuelle de l'effet barrage entraîné par l'insertion d'un ouvrage suivant le sens d'écoulement de la nappe (Source : BURGEAP)



Représentation conceptuelle de l'effet barrage entraîné par un ouvrage pénétrant entièrement ou en partie dans une nappe (Source : BURGEAP)

Les ouvrages projetés (tunnels, gares comme les ouvrages annexes et spéciaux) sont des constructions étanches (= très peu perméables par rapport à l'encaissant) et feront obstacle aux écoulements souterrains, lesquels se rétabliront naturellement vers un nouvel état d'équilibre en s'accompagnant d'un basculement piézométrique : remontée de niveau à l'amont, baisse à l'aval.

Cet effet barrage est maximal lorsque le projet est terminé et il est permanent. Il s'agit donc d'un phénomène qui est représentatif de l'effet du projet en phase d'exploitation.

Ce phénomène peut être préjudiciable dans les deux sens :

- Une remontée excessive de niveau peut entrainer l'inondation d'ouvrages souterrains existants (caves, parkings), voire même rendre inondable de manière plus ou moins pérenne des secteurs qui ne l'étaient pas.

- A contrario, une baisse importante de niveau peut générer :
  - un tassement des terrains et affecter la stabilité du bâti existant. C'est le cas des couches géologiques meubles sableuses et surtout argileuses ou tourbeuses telles que les alluvions modernes ou des remblais d'anciennes carrières de médiocre qualité. Pour ces formations géologiques, une baisse du niveau piézométrique significative est susceptible d'entrainer un effort mécanique supplémentaire et donc un tassement. Le tassement est lui-même susceptible d'entrainer des désordres sur le bâti s'il affecte ses fondations.
  - Une réduction de la productivité d'ouvrages de captage d'eau souterraine ou encore altérer le bon fonctionnement de puits géothermiques.

Les conséquences potentielles de l'effet barrage peuvent être aussi la modification de la propagation de panaches de pollution éventuellement présents dans les eaux souterraines.

6.5.1.2. Simulation des effets barrage

Présentation

Le but est d'apprécier l'impact hydrogéologique du projet en phase définitive, en l'absence de toute opération de pompage.

L'objectif est d'évaluer la portée et l'amplitude des variations piézométriques en s'intéressant plus particulièrement aux nappes superficielles en interaction directe avec le projet.

Le retour d'expérience montre que sauf quelques cas particuliers (milieu fortement hétérogène à petite échelle notamment) l'effet barrage génère des anomalies de faible ampleur et que l'effet des tunnels en particulier est souvent peu perceptible.

Par convention l'impact de l'effet barrage est défini par l'écart (Δh) entre la piézométrie simulée à l'état final ou projet (h_ef) et piézométrie simulée à l'état initial (h_ei) : Δh = h_ef - h_ei. Selon cette convention, un écart positif signifie une hausse de niveau et un écart négatif une baisse. L'état initial correspond au modèle calé.

Pour chaque modèle les simulations ont été menées en deux temps dans l'objectif d'isoler les effets propres à chaque type d'objet : d'abord avec les tunnels seuls, puis avec les tunnels et les ouvrages.

Résultats

Les résultats sont présentés sous deux formes :

- Des cartes d'écart établies pour la nappe la plus représentative des effets en surface. En l'absence d'impact associé aux tunnels, exception faite du secteur d'Aulnay, ces cartes correspondent aux simulations intégrant à la fois les tunnels et les ouvrages. Par ailleurs, les impacts calculés sur les secteurs de Clichy-Montfermeil et Chelles sont très peu visibles et sont simplement présentés dans le tableau ci-après ;

- Et sous forme de tableau récapitulatif où sont indiqués les écarts extrêmes par modèles, nappes et ouvrages.

Ces résultats indiquent que :

- Comme attendu, les tunnels ont globalement très peu d'effet avec des variations extrêmes de l'ordre de 0,3 m au plus (secteur d'Aulnay - Le Blanc-Mesnil). Les amplitudes les plus fortes sont rencontrées au voisinage immédiat des ouvrages. En considérant l'isovaleur ±0.1 m, la portée est dans tous les cas très réduite.

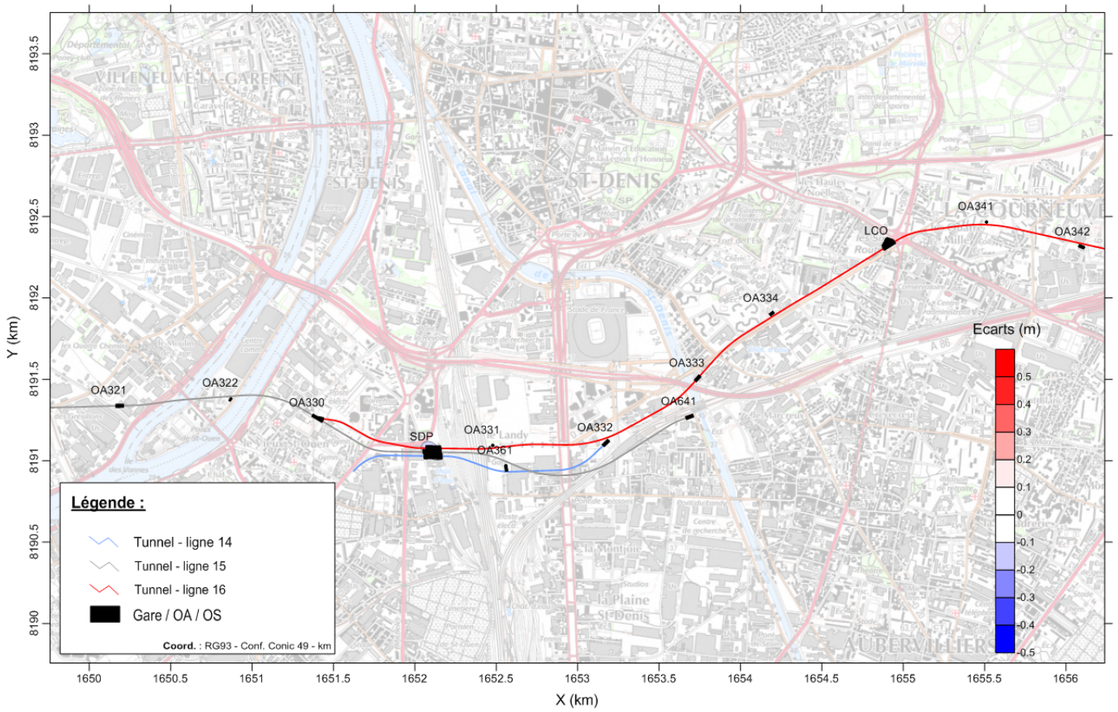
- Les ouvrages ajoutent un effet local mais qui reste très limité en amplitude et en portée. Il est le plus marqué sur les secteurs d'Aulnay-Le Blanc-Mesnil, au niveau de l'ouvrage annexe OA 202P - Terre-plein RN2, et du Bourget, au niveau des entonnements Est et Ouest. Dans les deux cas l'isovaleur ± 0,1 m s'étend au plus sur 100 à 150 m de part et d'autre des ouvrages.

Ces variations sont très faibles comparativement au battement naturel des nappes qui est de l'ordre de 1.5 à 2.0 m. Il est donc possible de conclure que le projet n'aura pas d'impact significatif sur les nappes de manière générale, ni sur les zones et points sensibles (plans d'eau Natura 2000, captages AEP et industriels…) en particulier.

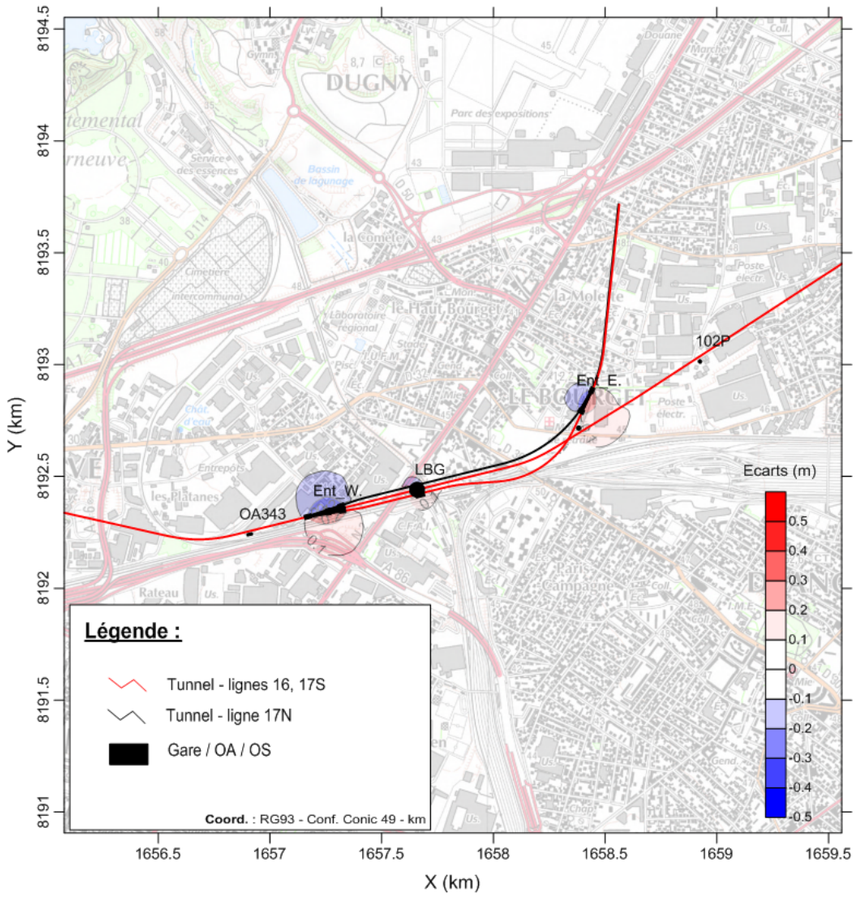
Modèle	Nappe	Ecarts extrêmes (m)			
		Tunnels seuls		Tunnels et autres ouvrages	
		Amont	Aval	Amont	Aval
La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	SB	+0,04	-0,03	+0,15	-0,11
Le Bourget RER	SB	+0,12	-0,09	+0,31	-0,30
Aulnay / Le Blanc-Mesnil	SB	+0,26	-0,28	+0,47	-0,45
Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry	SB	+0,04	-0,03	+0,18	-0,20
Clichy-Montfermeil	TB MP MFL	non concerné nul nul	non concerné nul nul	+0,04 +0,13 +0,04	-0,05 -0,12 -0,05
Chelles	SB			+0,08	-0,09

TB : Calcaire de Brie
MSG/MP : Marnes supragypseuses, Marnes de Pantin
MFL : Masses et Marnes du gypse
SB : Sables de Beauchamp

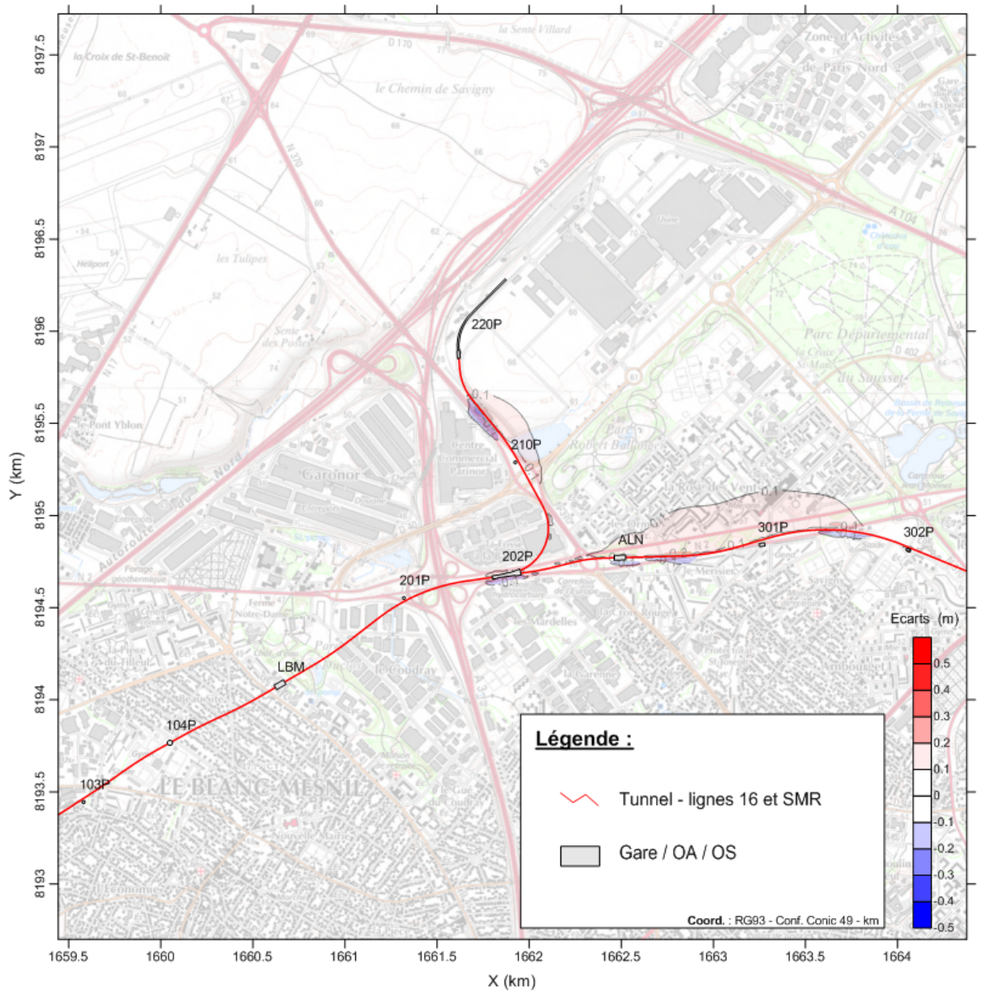
Synthèse des effets barrage pour l'ensemble des modèles (Egis, 2016)



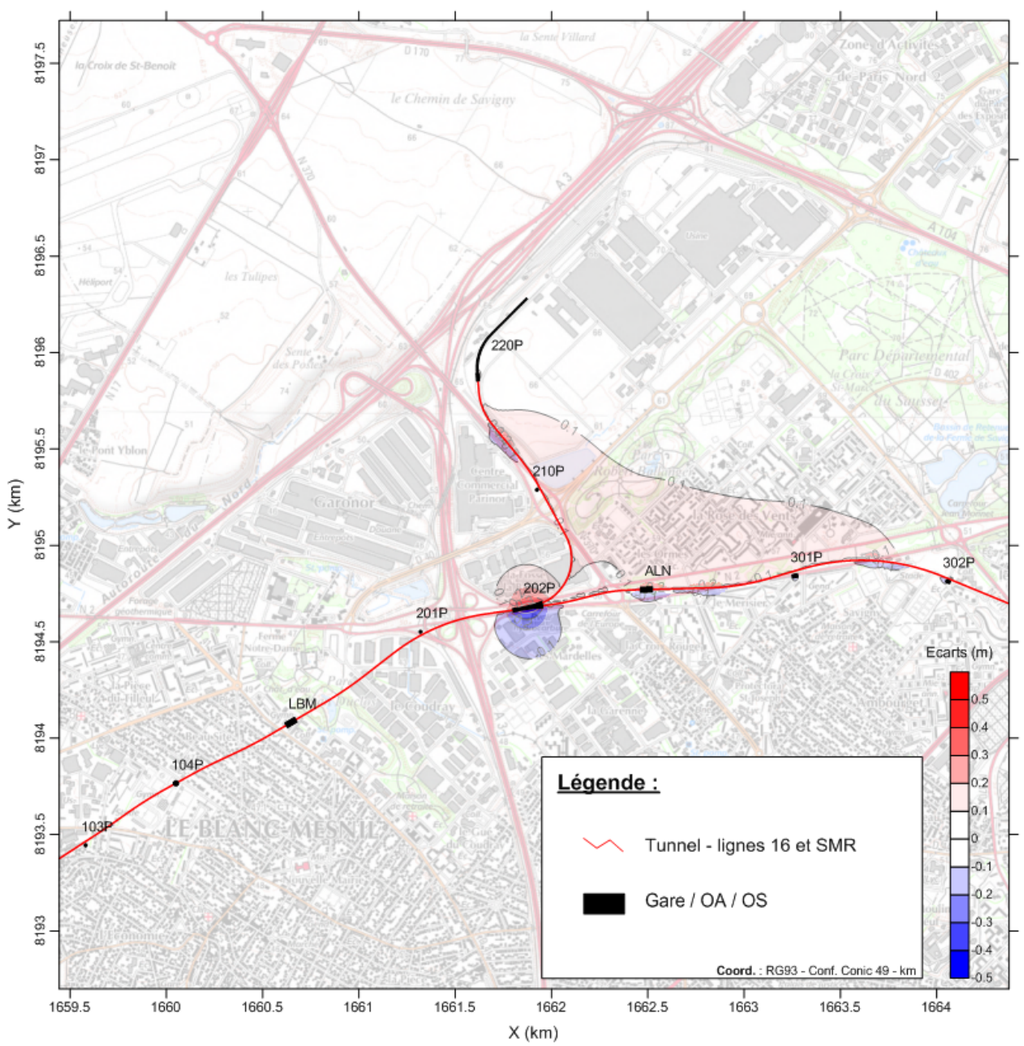
Modèle Saint-Denis Pleyel / La Courneuve : impact du tunnel et des ouvrages (Egis, 2016)



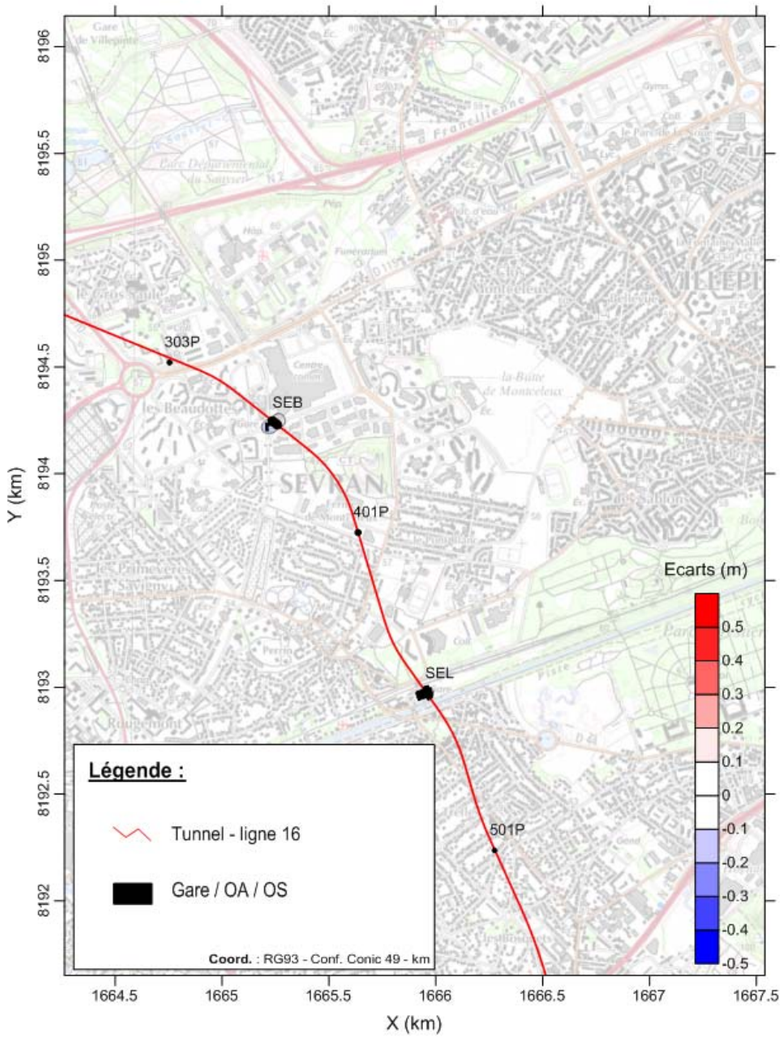
Modèle Le Bourget : impact du tunnel et des ouvrages (Egis, 2016)



Modèle Aulnay / Le Blanc-Mesnil : impact du tunnel (Egis, 2016)



Modèle Aulnay / Le Blanc-Mesnil : impact du tunnel et des ouvrages (Egis, 2016)



Modèle Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry : impact du tunnel et des ouvrages (Egis, 2016)

6.5.2. Risque de dissolution du gypse en phase exploitation

6.5.2.1. Nature et origine du risque

La dissolution du gypse est un phénomène naturel qui peut être potentiellement aggravé par une modification des conditions d'écoulement de la nappe au risque d'accélérer le processus et de générer prématurément une instabilité mécanique des sols (apparition de fontis par exemple). Sur l'ensemble du tracé le gypse est principalement présent dans deux formations : les Masses et marnes du gypse (MFL) et les Marnes et caillasses (MC).

Les Masses et marnes du gypse sont uniquement présentes au droit de la butte de Clichy. Elles ne sont interceptées par le projet (tunnel) que sur les flancs de la butte.

Les Marnes et caillasses sont rencontrées sur l'ensemble du projet mais le gypse, quand il est identifié, y est présent en quantité et sous des formes très variables selon les secteurs. Dans la plaine de France, le secteur de Sevran est réputé sensible au phénomène de dissolution du gypse notamment par l'observation de plusieurs fontis. Les reconnaissances engagées dans le cadre du projet ont également permis de repérer un possible front de dissolution entre les futures gares de Sevran-Livry et Sevran-Beaudottes.

La dissolution du gypse est un phénomène complexe qui a fait l'objet de nombreuses études depuis les années 80. Il n'est toujours pas quantifié aujourd'hui et reste un sujet de recherche à part entière. Néanmoins, les connaissances s'accordent sur le principe de dépendance à la vitesse des écoulements souterrains et à ses variations, notamment sous l'effet de l'activité humaine. Il est admis, à défaut d'être clairement quantifié, qu'une augmentation sensible de la vitesse de circulation est de nature à accélérer le processus de dissolution.

A cet égard, la modélisation peut apporter ici des éléments d'analyse, notamment à travers la cartographie des variations du module de vitesse de Darcy.

6.5.2.2. Incidence du projet

Selon les résultats présentés précédemment, l'impact du projet en phase définitive sur la piézométrie et le champ de vitesse est très faible. On peut donc considérer que le projet n'aura pas d'incidence significative sur la dissolution du gypse.

La méthodologie employée ainsi que les résultats des variations du module de vitesse de Darcy et leurs conséquences sur la dissolution du gypse sont présentés dans l'étude hydrogéologique située en annexe II du Volet I de la présente étude.

6.5.3. Effet des eaux d'infiltration par les parois en phase exploitation

Les ouvrages et le tunnel sont conçus pour être étanches à l'eau souterraine autant que possible. L'étanchéité est assurée par les parois moulées en béton des gares, ouvrages annexes et ouvrages spéciaux (entonnements), et par les voussoirs en béton du tunnel. Toutefois, s'agissant d'ouvrages situés en permanence sous le niveau de l'eau souterraine, des eaux d'infiltration, qui peuvent être qualifiées de « suintements », restent possibles, comme on l'observe dans d'autres métros existants en Ile-de-France.

Ces débits d'infiltration sont estimés par analogie avec d'autres lignes de métro souterrain à environ 300 l/heure/km de projet, tunnel et gares incluses, soit environ 208 m^3/jour répartis sur 29 km environ pour les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

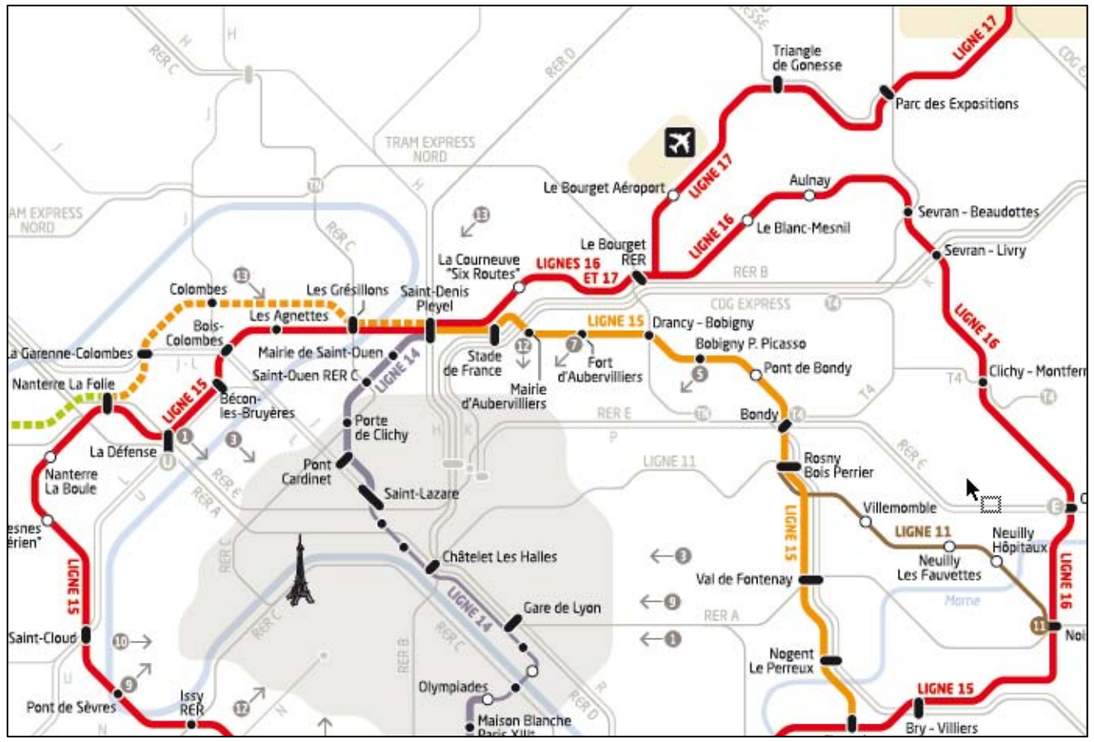
Ce débit d'infiltration est très faible au regard des prélèvements d'eau souterraine pratiqués pour d'autres usages dans les différents aquifères exploitables dans les environs du projet. Ce prélèvement permanent tout à fait mineur ne sera pas en mesure d'engendrer un abaissement piézométrique significatif aux abords des ouvrages.

Aucun impact hydrogéologique significatif lié à l'infiltration des eaux souterraines au travers des parois du projet n'est attendu en phase exploitation.

6.5.4. Analyse des effets cumulés en phase exploitation

L'objectif de cette analyse est d'examiner si des interactions additives avec les projets de lignes de métro voisines peuvent accentuer les impacts sur la nappe en général, et sur les zones et points sensibles en particulier.

Compte tenu de la portée réduite des effets attendus en phase exploitation des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, les projets identifiés comme potentiellement actifs sont principalement les lignes de métro du Grand Paris Express 15 Ouest, 15 Est, 17 Nord et 14 Nord (cf. figure ci-après).



Plan général des projets de métro du Grand Paris Express (partie Nord)

Les informations disponibles sur l'effet barrage associé à ces projets sont contenues dans des rapports de modélisation sous forme de cartes d'impact. Certaines de ces études sont néanmoins difficilement exploitables, notamment lorsqu'elles intègrent tout ou partie du projet objet du présent rapport, à un stade de définition plus amont (études préliminaires) pour lequel la géométrie et les dispositions constructives diffèrent sensiblement de celles retenues au stade actuel.

Au demeurant, **les résultats de ces modélisations confirment que ce type de projet (métro) n'a pas d'incidence significative de longue portée (> 100 m) et l'analyse croisée avec les résultats obtenus pour le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, indiquent que les effets de cumul sont inexistants.**

6.5.5. Mesures d'évitement, de réduction d'impact et de compensation

Au vu de ce qui précède, **les effets hydrogéologiques attendus en phase définitive sont faibles, voire très faibles, et ne sont pas de nature à perturber les écoulements établis.**

Il n'apparaît donc pas nécessaire d'envisager des mesures d'évitement, de réduction ou de compensation.

6.6. Synthèse des effets et mesures concernant les eaux souterraines

Le tableau en pages suivantes synthétise et hiérarchise les effets du projet relatifs aux eaux souterraines, tant en phase travaux, qu'en phase exploitation.

Il rappelle les niveaux d'enjeux identifiés au stade de l'analyse de l'état initial pour chacun des domaines où des effets directs ou indirects ont été analysés. Compte-tenu du caractère transversal des effets induits liés aux eaux souterraines, les niveaux d'enjeux sont ceux extraits de différents chapitres de l'état initial de l'étude d'impact :

- Chapitre IV-4 – Géologie et risques géologiques ;
- Chapitre IV-5 – Eaux souterraines et risques associés ;
- Chapitre IV-7 – Contamination des sols et des eaux souterraines
- Chapitre IV-8 – Analyse du milieu naturel ; le niveau d'enjeu affecté aux habitats « plans d'eau » soumis à des effets indirects et utilisés par les espèces de la directive « Oiseaux », est calé sur le niveau d'enjeu défini pour les sites Natura 2000.

La grille utilisée pour la hiérarchisation des enjeux d'état initial est rappelée ci-dessous :

Rappel de la hiérarchisation des enjeux en état initial	Absence d'enjeu	Enjeu faible	Enjeu modéré	Enjeu fort

Le tableau de synthèse des impacts et mesures présenté en pages suivantes présente successivement :

- L'impact brut du projet ;
- Les mesures d'évitement ou de réduction d'impact mises en œuvre ;
- L'impact résiduel du projet après mesures d'évitement ou de réduction d'impact ;
- Et si besoin, les mesures de compensation prévues si l'impact résiduel reste non acceptable.

La hiérarchisation des impacts est basée sur la grille suivante :

Hiérarchisation des impacts	**Absence d'impact**	**Impact faible**	**Impact modéré**	**Impact fort**
Captage AEP	Captage exploitant un aquifère plus profond que le rabattement fond de fouille	Captage exploitant un aquifère de profondeur équivalente à celle du rabattement fond de fouille : rabattement de nappe < 1 m	Captage exploitant un aquifère de profondeur équivalente à celle du rabattement fond de fouille : 1 m < rabattement de nappe < 2 m	Captage exploitant un aquifère de profondeur équivalente à celle du rabattement fond de fouille : Rabattement de nappe > 2 m
Plans d'eau des sites Natura 2000	Hors zone de rabattement de nappe	Rabattement de nappe < 0,20 m	0,20 m < rabattement de nappe < 1 m	Rabattement de nappe > 1 m
Affleurement de nappe	Hors zone de rabattement de nappe	Rabattement de nappe < 0,50 m	0,50 m < rabattement de nappe < 2 m	Rabattement de nappe > 2 m
Dissolution du gypse	Ratio de vitesse de Darcy = 0	Ratio de vitesse de Darcy < 3	3 < ratio de vitesse de Darcy < 5 dans un périmètre de 500 m autour des ouvrages	Ratio de vitesse de Darcy > 5 sur au moins 500 m autour des ouvrages
Mise en communication de nappes	Absence de mise en communication de nappe	Sans objet : effet non avéré	Sans objet : effet non avéré	Sans objet : effet non avéré
Contamination des nappes	Absence de modification des vitesses et directions d'écoulement de la nappe	Modification des vitesses (< x2) d'écoulement de la nappe et modification des directions	Modification des vitesses (x2 < < x5) d'écoulement de la nappe et modification des directions	Modification des vitesses (> x5) et modification des directions d'écoulement de la nappe
Tassements du sol	Pas de tassement	Tassement absolu < 1 cm	1 cm > tassement absolu < 5 cm	Tassement absolu > 5 cm

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesures de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Captage AEP	Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Plans d'eau des sites Natura 2000	Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Affleurement de nappe	Impact localisé	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact localisé	Sans objet
	Dissolution du gypse (plateau Briard) / Dissolution du gypse (versant nord, plateau et vallée de la Marne)	Impact faible	Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier Suivi des déformations Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages	Pas d'impact	Sans objet
	Mise en communication de nappes	Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Contamination des nappes (plateau Briard) / Contamination des nappes (vallée de la Marne)	Impact très limité	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact très limité	Sans objet
	Tassements du sol	Impact faible	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact faible	Sans objet
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Captage AEP	Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Plans d'eau des sites Natura 2000	Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Affleurement de nappe	Impact localisé	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact localisé	Sans objet
	Dissolution du gypse	Impact faible	Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier Suivi des déformations Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages	Pas d'impact	Sans objet
	Mise en communication de nappes	Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Contamination des nappes	Impact très limité	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact très limité	Sans objet
	Tassements du sol	Impact faible	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact faible	Sans objet

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesures de compensation
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Captage AEP	Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Plans d'eau des sites Natura 2000	Impact indirect potentiel faible	Soutien piézométrique et/ou ré-injection en nappe des eaux d'exhaure	Pas d'impact	Sans objet
	Affleurement de nappe	Impact localisé	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact localisé	Sans objet
	Dissolution du gypse	Impact faible	Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier Suivi des déformations Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages	Pas d'impact	Sans objet
	Mise en communication de nappes	Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Contamination des nappes	Impact très limité	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact très limité	Sans objet
	Tassements du sol	Impact faible	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact faible	Sans objet
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Captage AEP	Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Plans d'eau des sites Natura 2000	Impact indirect potentiel	Soutien piézométrique et/ou ré-injection en nappe des eaux d'exhaure	Pas d'impact	Sans objet
	Affleurement de nappe	Impact localisé	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact localisé	Sans objet
	Projet traversant des zones de dissolution dans les Marnes et Caillasses. / Ouvrage traversant les niveaux gypsifères	Impact modéré	Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier Suivi des déformations Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages	Pas d'impact	Sans objet
	Mise en communication de nappes	Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Contamination des nappes	Impact possible, sans modification notable de l'étendue de la zone polluée	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact possible	Sans objet

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial		Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesures de compensation
	Tassements du sol		Impact faible	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact faible	Sans objet
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Captage AEP		Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Plans d'eau des sites Natura 2000		Impact indirect potentiel	Soutien piézométrique et/ou ré-injection en nappe des eaux d'exhaure	Pas d'impact	Sans objet
	Affleurement de nappe		Impact localisé	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact localisé	Sans objet
	Présence de gypse ou de zones de dissolution dans les Calcaires de Saint-Ouen ou les Marnes et Caillasses.	Ouvrage traversant les niveaux gypsifères	Impact modéré	Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier Suivi des déformations Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages	Pas d'impact	Sans objet
	Mise en communication de nappes		Absence d'impact	Sans objet	Pas d'impact	Sans objet
	Contamination des nappes		Impact possible, sans modification notable de l'étendue de la zone polluée	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact possible	Sans objet
	Tassements du sol		Impact faible	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Impact faible	Sans objet

7. Occupation du sous-sol

7.1. Préambule

Les ouvrages et fondations souterrains sont les cibles de désordres potentiels engendrés sur le sous-sol par la construction du projet et/ou son exploitation.

En effet, lorsque le tunnelier conduit à l'effondrement de cavités souterraines, ou que les vibrations ou un abaissement de la piézométrie entrainent des tassements différentiels, les dégâts sont visibles sur les ouvrages et fondations souterrains.

La démarche entreprise par la Société du Grand Paris concernant l'occupation du sous-sol a permis de recenser de manière exhaustive la totalité des réseaux, fondations, infrastructures présents le long du secteur d'étude. Ces derniers ont pu être hiérarchisés en fonction des enjeux associés. Ces enjeux sont consultables dans la partie Etat initial de cette présente étude d'impact.

Globalement, les études entreprises par la Société du Grand Paris sur les infrastructures, réseaux et fondations au droit du tracé des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord ont mené aux conclusions génériques suivantes pour ce qui concerne la classification des enjeux et la définition des niveaux d'impacts qui en découlent :

- Absence d'enjeu et d'interférence avec le projet : induisent des impacts nuls et n'impliquent alors aucune mesure spécifique ;
- Enjeu faible à modéré : induisent des impacts faibles à modérés, et impliquent ainsi la mise en œuvre de mesures « classiques » (exemple : déviation de réseau, auscultation du bâti, etc.) ;
- Enjeu fort : induisent des impacts modérés à forts et impliquent la mise en œuvre de mesures « spécifiques » (exemple : confortement des terrains, protection de l'infrastructure, pilotage spécifique du tunnelier, etc.).

De ce fait, le maître d'ouvrage et ses partenaires travaillent avec l'objectif majeur de « zéro dégât ». Concrètement, cela signifie que le projet a pour objectif :

- « Zéro fissure » ;
- « Zéro dégradation » ;
- « Zéro affaissement » ;
- « Zéro destruction accidentelle ».

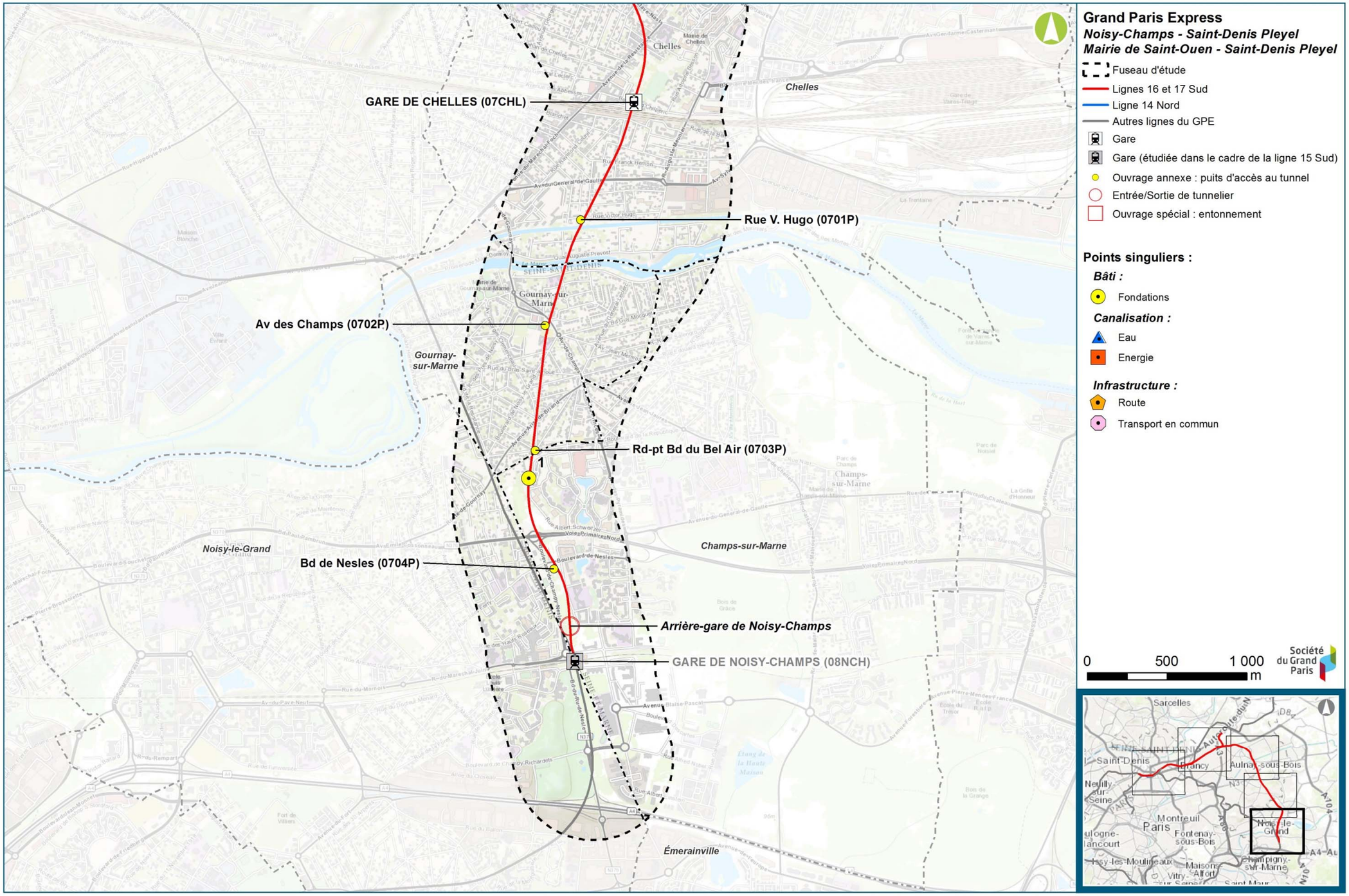
Pour mémoire, suite aux études de sensibilité réalisées dans la phase avant-projet, des « points singuliers » ont été référencés et étudiés. Il s'agit des éléments suivants :

- Les canalisations souterraines qui regroupent les canalisations énergie et eaux ;
- Les infrastructures souterraines de transport lié au routes et transport en commun ;
- Les occupations souterraines des bâtis (caves, parking).

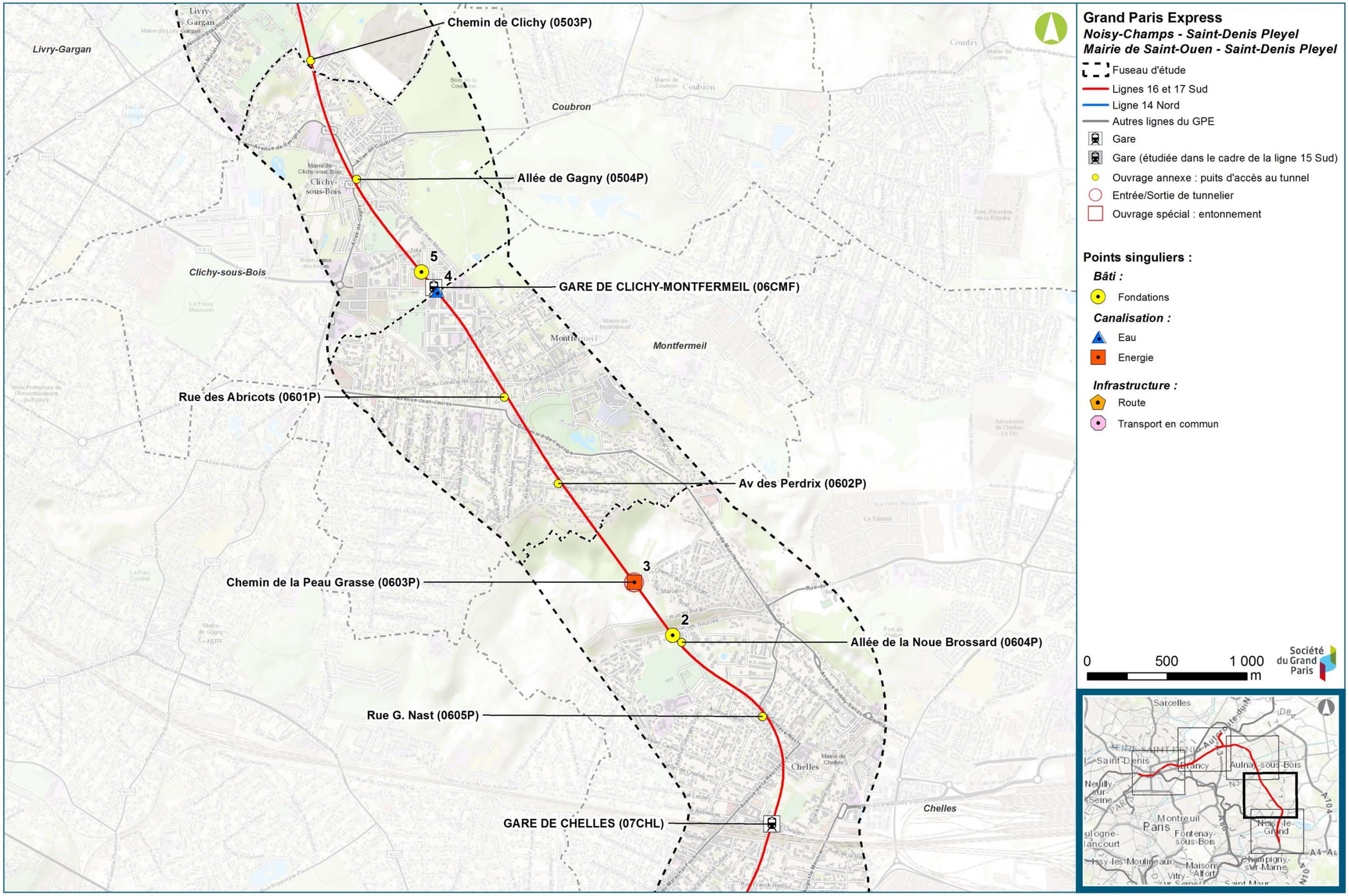
Ces points singuliers ont été reportés sur les cartes suivantes et sont détaillés dans les paragraphes suivants. Le tableau de présentation des points singuliers issu de l'état initial chapitre 15 est rappelé ici pour une meilleure lecture de la cartographie.

Secteur	Secteur d'aménagement d'ouvrage en interaction potentielle	Point singulier	Numéro du point singulier
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Tunnel à proximité de l'OA 0703P	Fondations de bâtiments	1
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Tunnel à proximité de l'OA 0604P	Fondations de bâtiments	2
	OA 0603P	Canalisation de transport de gaz	3
	Gare de Clichy - Montfermeil	Canalisation d'eau	4
	Tunnel à proximité de la gare de Clichy - Montfermeil	Fondations de bâtiments	5
Secteur Sevran - Livry / Sevran-Beaudottes	Gare de Sevran - Livry	Canalisation de transport de gaz	6
		Infrastructures de transport d'électricité	7
	Tunnel entre la gare de Sevran – Livry et l'OA 0401P	Fondations de bâtiments	8
	Gare de Sevran-Beaudottes	Infrastructures de transport souterraines	9
	Tunnel entre l'OA 0303P et la gare d'Aulnay	Fondations de bâtiments	10
	Tunnel entre les OA 0302P et 0301P	Canalisation d'eau	11
	Tunnel à proximité de l'OA 0301P	Fondations de bâtiments	12
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Gare d'Aulnay	Canalisation de gaz	13
	Tunnel entre la gare d'Aulnay et l'OA 0202P	Canalisation de gaz	14
		Canalisation d'eau	15
	OA 0201P	Canalisation d'eau	16
	Tunnel entre l'OA 0201P et la gare du Blanc-Mesnil	Canalisation d'eau	17
	Tunnel entre l'OA 0101P et la gare du Bourget RER	Fondations de bâtiments	18
		Fondations de bâtiments	19
	Gare du Bourget RER	Canalisation d'eau	20
		Canalisation de gaz	21
		Infrastructures de transport d'électricité	22
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Tunnel entre l'OA 3401P et la gare du de La Courneuve « Six Routes »	Canalisation d'eau	23
	Tunnel entre la gare de La Courneuve « Six Routes » et l'OA 3304P	Fondations de bâtiments	24
	Tunnel entre les OA 3304P et 3303P	Fondations de bâtiments	25
		Canalisation d'eau	26
	OA 3303P	Infrastructures de transport de pétrole	27
		Infrastructures de transport	28
	Tunnel entre les OA 3302P et 6301P	Infrastructures de transport	29
	Tunnel entre l'OA 6301P et la gare de Saint-Denis Pleyel	Infrastructures de transport en commun	30
	Tunnel entre la gare de Saint-Denis Pleyel et l'OA 3300P	Fondations de bâtiments	31
		Fondations de bâtiments	32
		Infrastructures de transport souterraines	33

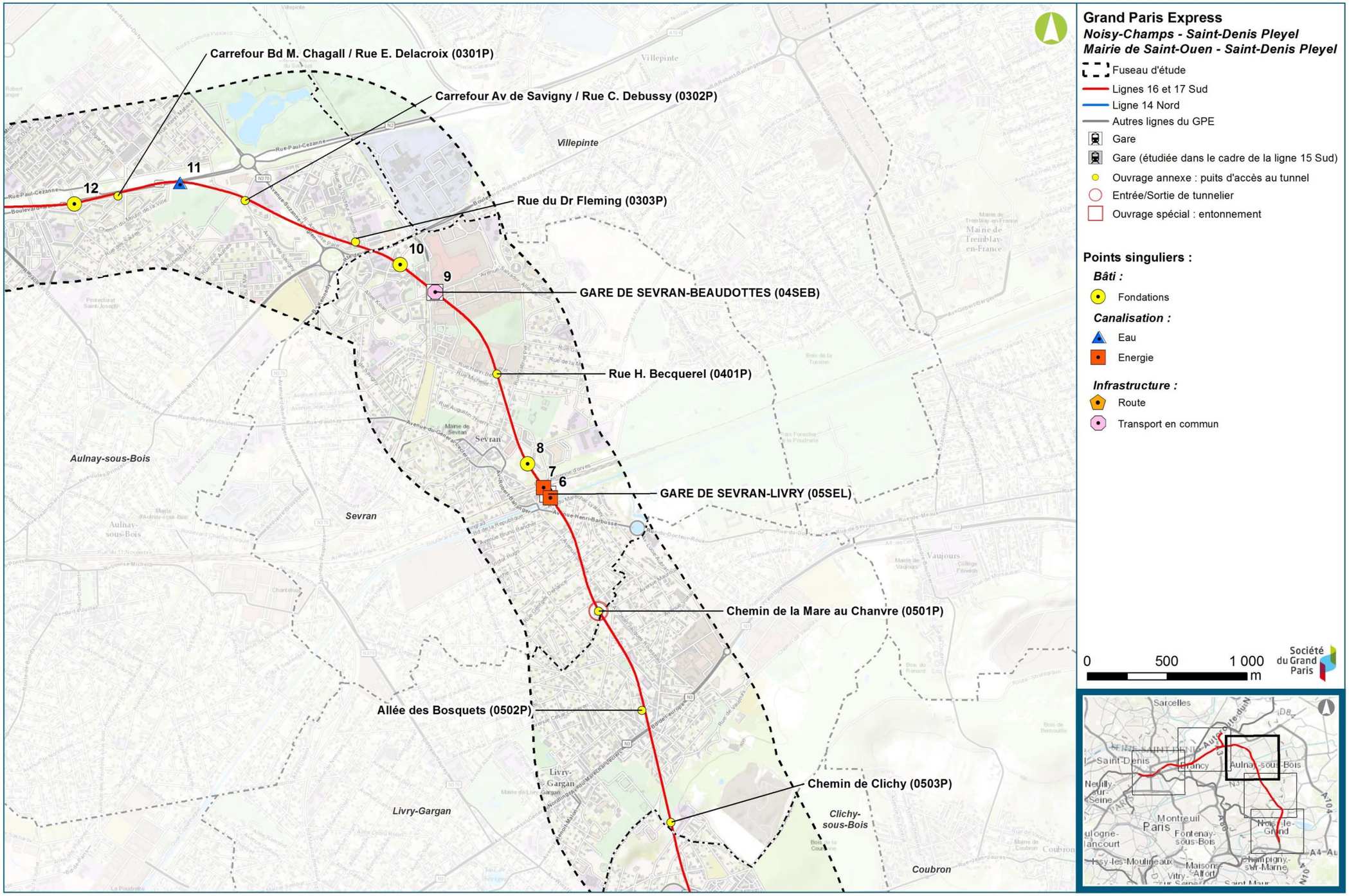
Tableau de recensement des points singuliers



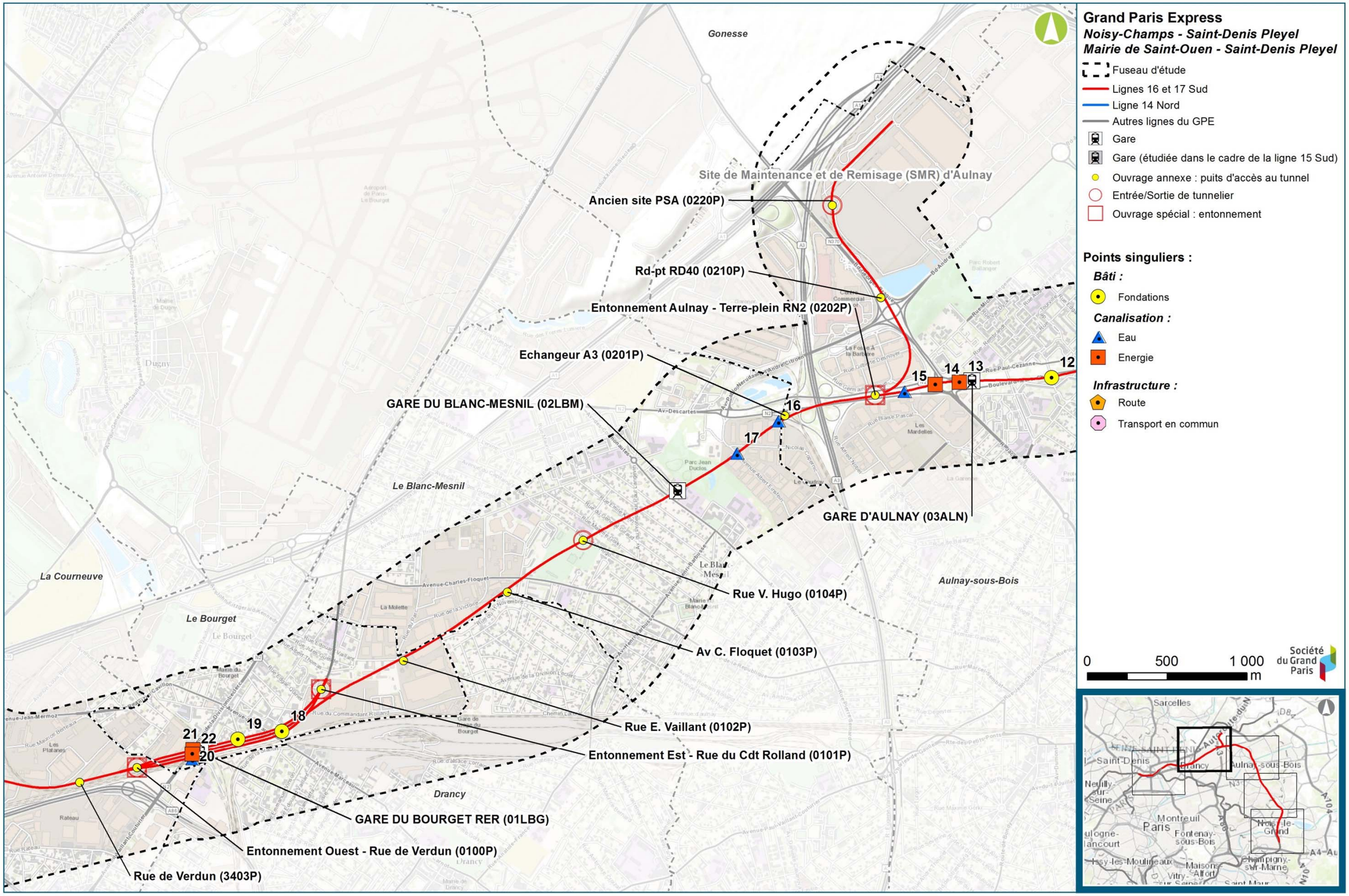
Localisation des points singuliers - Secteur Noisy-Champs / Chelles (Egis/Tractebel, 2016)



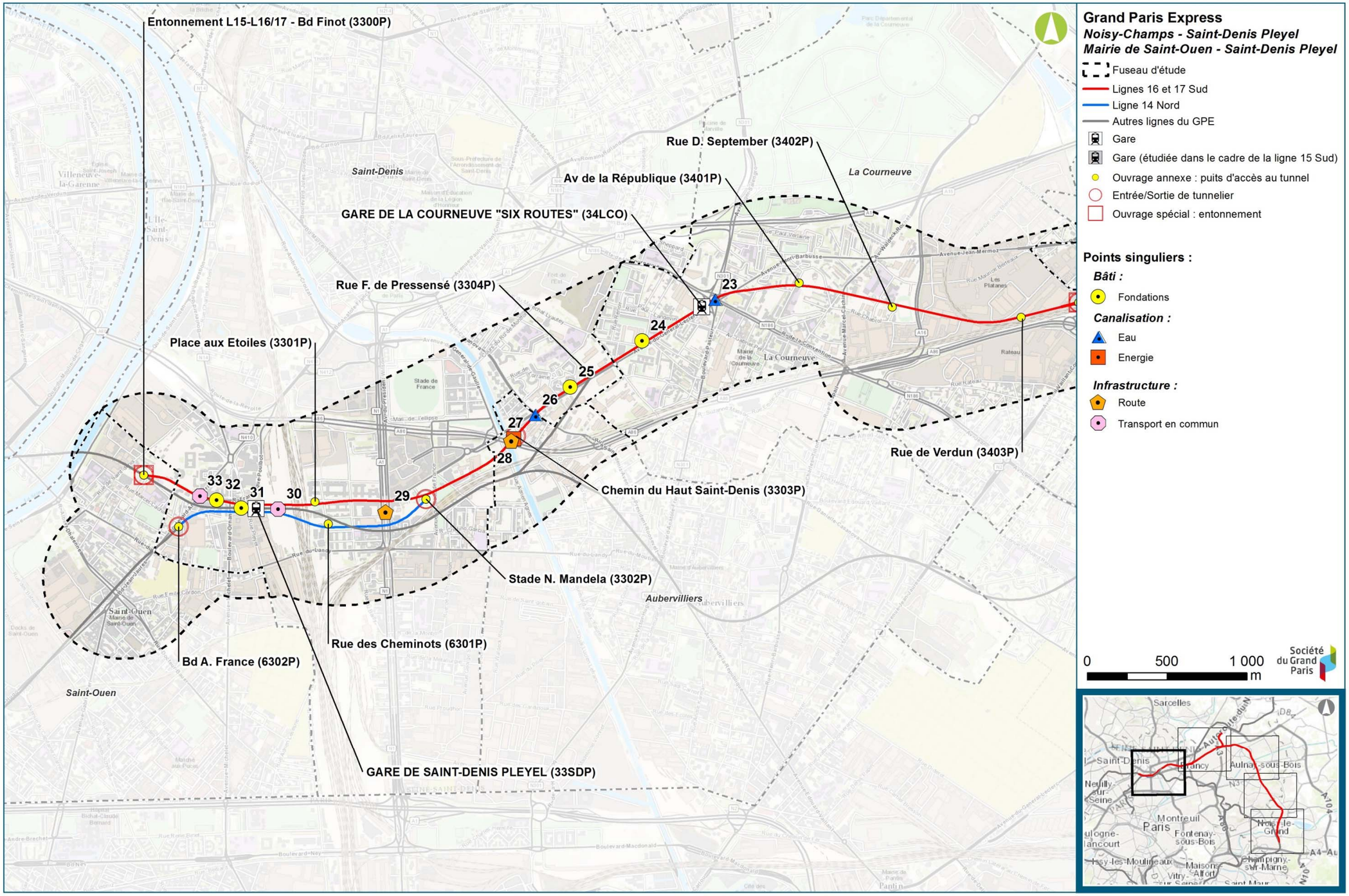
Localisation des points singuliers - Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil (Egis/Tractebel, 2016)



Localisation des points singuliers - Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes (Egis/Tractebel, 2016)



Localisation des points singuliers - Secteur Aulnay / Le Bourget RER (Egis/Tractebel, 2016)



Localisation des points singuliers - Secteur La Courneuve "Six Routes" / Saint-Denis Pleyel (Egis/Tractebel, 2016)

7.2. Impacts en phase chantier concernant l'occupation du sous-sol

7.2.1. Méthodologie de hiérarchisation des impacts

Le niveau d'impact sur les différentes infrastructures souterraines interceptées ou situées à proximité du projet peut être hiérarchisé comme suit.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Infrastructure éloignée du tracé des tunnels et des émergences et située au-delà de la zone d'impacts potentiels	Infrastructure située à proximité des tunnels et /ou des émergences qui ne nécessite pas la mise en place de mesures particulières de génie civil	Infrastructure située à proximité des tunnels et /ou des émergences qui nécessite la mise en place de mesures particulières (confortement, etc.)	Infrastructure située à proximité des tunnels et /ou des émergences qui subit un impact direct du fait de sa situation et nécessite un dévoiement ou des mesures lourdes de réduction des impacts

7.2.2. Typologie des impacts directs et indirects potentiels

7.2.2.1. Typologie des atteintes du projet sur les différentes occupations du sous-sol

Le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord du Grand Paris Express est souterrain. À ce titre il est amené à intercepter les différents réseaux et infrastructures souterrains listés ci-après :

- Canalisations : transport de pétrole, de gaz, d'eau (potable, de pluie, ou usée) ;
- Infrastructures de transport d'électricité ; de transport souterraines ;
- Fondations de bâtiments.

Les enjeux, incidences ou encore règlements afférents à ces divers réseaux et infrastructures sont détaillés dans les paragraphes suivants. Le détail des réseaux et infrastructures interceptés par le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est développé par la suite par secteur et par ouvrage.

Canalisations de transport de pétrole

Le réseau de transport de pétrole intercepté par le projet est exploité par TRAPIL. Il est soumis à la servitude I1 bis, servitude relative à la construction et à l'exploitation de pipelines par la société d'économie mixte des transports pétroliers par pipelines (TRAPIL).

Cette servitude oblige les propriétaires de ne pas faire dans une bande de 5 m où est localisée la canalisation, ni construction en dur, ni travail à plus de 0,60 m de profondeur ou à une profondeur moindre s'il y a dérogation administrative

Canalisations de transport de gaz

Les tunnels des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord interceptent en plusieurs points le réseau GRTgaz.

Pour mémoire, c'est l'arrêté « multifluide » du 5 mars 2014 qui définit les règles applicables à la conception, la construction, la mise en service, l'exploitation et l'arrêt des canalisations de transport de gaz naturel.

Les principales contraintes des travaux à proximité des conduites de transport de gaz sont les suivantes :

- Les établissements recevant du public (ERP), donc les gares, doivent être à plus de 5 mètres d'un ouvrage GRTgaz. Dans le cas contraire, l'ouvrage doit être déplacé ou l'ERP modifié pour répondre à cette exigence ;
- Au-delà des 5 mètres, les ERP présents dans la bande des premiers effets létaux (PEL) doivent être modifiés ou faire l'objet de mesures compensatoires ;
- Le seuil de la vitesse particulaire des vibrations au voisinage de la canalisation devra toujours être inférieur à 50 mm/s. GRTgaz préconise une distance de 10 mètres entre la génératrice supérieure du tunnel et la génératrice inférieure de la canalisation pour garantir la limite des 50 mm/s lors d'un passage de tunnelier. Les distances des bandes d'effets dépendent du diamètre de la conduite et de la pression.

La présence d'un ouvrage superficiel (et sa base chantier associée) à moins de 50 m d'une canalisation signifie que l'impact de dégradation du réseau n'est pas nul. Il est :

- fort si la canalisation est localisée au droit de l'ouvrage superficiel ;
- moyen à faible si la canalisation est localisée sous une voirie limitrophe à l'ouvrage superficiel et donc en interaction possible avec la future base chantier à définir ;
- nul si l'éloignement est supérieur à 50 m.

Par ailleurs, les réseaux GRT gaz étant situés pour la plupart dans les premiers mètres du sol, la sensibilité par rapport au tunnel des lignes 16, 14 Nord et 17 Sud est considérée comme nulle, au regard de la distance importante entre le réseau et le tunnel.

Plusieurs émergences (gares, ouvrages annexes) sont cependant concernées plus ou moins directement par le passage de canalisations GRT Gaz Haute Pression. L'analyse vis-à-vis des réseaux GRT Gaz est réalisée pour les 20 points d'interception avec le tracé de référence.

Le tableau suivant répertorie les ouvrages en interaction potentielle avec le projet et leur niveau d'impact potentiel.

Ouvrage concerné	Localisation par rapport aux bases chantiers	Niveau d'impact potentiel
Noisy-Champs	La canalisation de gaz est localisée à environ 100 m du puits d'attaque tunnelier (0704P). L'impact est nul.	Nul
Gournay-sur-Marne - Avenue Aristide Briand	La canalisation de gaz n'est localisée à proximité d'aucun ouvrage du projet. (0703P à 130 m). Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc nuls.	Nul
Gare de Chelles – Sud de la voie ferrée	La canalisation de gaz est localisée à 70 m de la gare de Chelles. Elle longe une zone de chantier située au sud des voies ferrées. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc moyens.	Moyen
Montfermeil – 0603P- Chemin de la Peau Grasse	Une canalisation longe le chemin de la Peau Grasse et coupe la zone chantier qui sera utilisée comme voie d'accès au chantier. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont modérés	Moyen
Montfermeil – Boulevard de l'Europe	La canalisation GRT Gaz est située, au niveau de l'avenue Jean Jaurès et du boulevard de l'Europe. Les emprises du puits de ventilation 0601P sont positionnées au nord de l'Avenue Jean Jaurès et n'interfère pas avec l'infrastructure. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont nuls.	Nul
Clichy-sous-Bois – Chemin de la Tournelle	La canalisation GRT Gaz est éloignée (160 m) de l'ouvrage annexe 0504P. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont nuls.	Nul
Sevran – Avenue de Livry	La canalisation GRT Gaz est située le long de l'avenue de Livry, en approche du puits de ventilation 0501P et de sa base chantier associée. Une distance d'environ 85 m sépare la canalisation de l'ouvrage superficiel. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont nuls	Nul
Sevran – Nord du canal de l'Ourcq Sevran – Sud du canal de l'Ourcq	Ces canalisations sont localisées au droit de la gare de Sevran-Livry (et de sa base chantier), au nord du Canal de l'Ourcq, la canalisation traverse l'emprise de l'émergence gare, au sud. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc forts.	Fort
Sevran - Avenue du Marché	La canalisation de gaz n'est localisée à proximité d'aucun ouvrage du projet. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc nuls.	Nul
Aulnay	La canalisation longe l'emprise chantier de l'ouvrage annexe 0302P. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc moyens.	Moyen
Gare d'Aulnay	La canalisation de gaz passe sous l'avenue de Savigny et la rue Claude Debussy, à proximité immédiate de la future gare.	Fort
Aulnay-sous-Bois – Rue du docteur Fleming	La canalisation de gaz passe sous l'avenue de Savigny et la rue Claude Debussy, à proximité immédiate de l'emprise chantier du puits de 0202P. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont forts car la canalisation traverse la zone de chantier.	Fort
Le Blanc-Mesnil – A3	Un ouvrage annexe (0201P) est localisé au sein du diffuseur entre A3 et RN2, et donc ses emprises chantiers associées également. Cet ouvrage n'interfère pas avec la canalisation positionnée au sud de l'échangeur (distante d'environ 40 m). Les impacts potentiels liés à ce chantier sont ainsi nuls.	Nul
Aulnay-sous-Bois – SMR/SMI	Une canalisation de gaz est localisée le long de la rue de l'Abbé Niort, au niveau du débranchement du SMR/SMI. Les impacts potentiels liés à ce tracé sont nuls	Nul
Gare du Bourget	Cette canalisation est implantée au droit de la RN2, à l'Ouest de la gare « Le Bourget RER ». Les impacts potentiels liés à ce chantier sont forts.	Fort
Saint-Denis/La Courneuve – Rue du Maréchal Lyautey	La canalisation de gaz n'est localisée à proximité d'aucun ouvrage du projet (puits de ventilation 3304P le plus proche à 150 m) Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc nuls.	Nul
Aubervilliers – Canal Saint-Denis	La canalisation de gaz est localisée à proximité du puits d'attaque tunnelier d'Aubervilliers (3303P). Le puits d'attaque étant implanté en bordure de la voirie, sous laquelle la conduite GRT Gaz passe, l'impact est jugé moyen.	Moyen
Saint-Denis – Sud Stade de France	Les 2 canalisations de gaz sont localisées à proximité du puits d'attaque tunnelier de Saint-Denis (3302P). Le puits d'attaque étant implanté au sud du tracé de référence des lignes 16 et 17, et la conduite GRT Gaz au nord, l'impact est jugé faible. En effet, la distance est de plus 25 m entre le puits d'attaque et la canalisation.	Faible
Saint-Denis – A1	La canalisation de gaz n'est localisée à proximité d'aucun ouvrage du projet. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc nuls.	Nul

Interactions entre les canalisations de gaz et le projet et niveau d'impact potentiel

Seuls les ouvrages où l'impact potentiel est fort sont abordés plus en détail dans les paragraphes suivants.

Canalisations de transport d'eau

Les tunnels des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord passent à proximité de nombreux collecteurs et réseaux d'eaux usées du SIAAP ou de la DEA. Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des collecteurs concernés avec les hauteurs de couverture entre les tunnels et ces ouvrages.

Commune	Conces-sionnaire	Désignation	Type	Taille	Cote fondations	Couverture par rapport à la clé du tunnel
Aubervilliers	SIAAP	Collecteur doublement Pantin - La Briche	Collecteur	Ø 4500	22	3,44
La Courneuve	DEA	Collecteur Assainissement	Unitaire	280*220	28,6	4,52
La Courneuve	SIAAP	Collecteur SIAAP Pantin La Briche	Collecteur	Ø 3450	25,22	1,08
La Courneuve	DEA	Branchement au PLB - Salengro	Ovoïde	200*105	26,02	3
Le Bourget	SIAAP	Antenne du Bourget	Unitaire	Ø 2500	27,2	2,8
Le Bourget	SIAAP	2102	Unitaire	Ø 2500	25,95	4,1
Le Bourget	SIAAP	2101	Unitaire	Ø 2500	25,95	4,1
Aulnay-sous-Bois	SIAAP	Balagny – Morée	unitaire	Ø 1600	30,69	5,8
Aulnay sous-Bois	DEA	Eaux usées	collecteur	Ø 800	34,84	4
Blanc-Mesnil	DEA	Doublement de la Morée	collecteur	Ø 1800	25,48	6,1
Sevran	DEA	Eaux usées	unitaire	Ø 800	-	-
Sevran	DEA	Eaux pluviales	collecteur	Ø 190 /180	-	-

Caractéristiques des ouvrages SIAAP/DEA interceptés par le tracé de référence (Société du Grand Paris)

**Correspond aux repères sur les cartes des points singuliers*

Les zones de conflit potentiel ont été définies par le SIAAP/DEA comme égal au diamètre du tunnel. Il apparait alors 10 zones de conflit potentiel qui sont développées dans les paragraphes traitant de chaque ouvrage.

Un autre type d'ouvrage de transport d'eau est concerné par le projet. Il s'agit de l'Aqueduc de la Dhuis qui, bien que n'étant plus exploité au titre de l'adduction en eau potable, présente encore des écoulements plus ou moins importants. En tant qu'aqueduc il est doté d'une servitude relative à la conservation des eaux. Ces zones de protection considérées pour la protection sanitaire de l'aqueduc sont :

- La zone de protection immédiate constituée par l'emprise ou le tréfonds appartenant à la ville de Paris ;
- Les zones de protection rapprochée constituées par deux bandes de terrain de 13 mètres de largeur de part et d'autre de l'emprise ;
- Les zones de protection éloignée constituées par deux bandes de terrain s'étendant des limites extérieures des zones de protection rapprochée jusqu'à une distance de 40 mètres mesurée à partir de l'axe de l'aqueduc.

Il est également traité plus en détail dans les paragraphes traitant de chaque ouvrage.

Infrastructures de transport d'électricité

Plusieurs lignes de transport d'électricité sont présentes au niveau du tracé des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord. Ces réseaux sont situés pour la plupart dans les premiers mètres du sous-sol et ne sont pas contraignants pour le tunnel.

En effet, le tunnel des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est situé plus en profondeur sur l'intégralité du linéaire. Seule la proximité avec des ouvrages émergents (gares, puits de ventilation et d'accès secours, …) peut présenter un risque.

La sensibilité est donc considérée comme nulle au niveau du tunnel. Elle est forte au niveau des ouvrages interceptés.

Les bases chantier impacteront également potentiellement le réseau RTE. Dans ce cas, certaines servitudes s'appliqueront :

- Le Code du Travail interdit l'approche soit directement, soit à l'aide d'engins ou de matériaux d'un conducteur nu dans le domaine Haute Tension HTB (>50 000 Volts) à une distance inférieure à 5 m, hors balancement des câbles ;
- Une distance supplémentaire de 2 m est recommandée en cas de surplomb accessible (terrasse, balcon, etc.) ;
- Dans le cas de circulation d'engins près de pylônes, il est demandé de « mettre en place des protections provisoires de sécurité type GBA à une distance suffisante du support » ;
- Lors de la construction de bâtiments, des dispositions particulières doivent être respectées à proximité des ouvrages électriques HTB aériens afin de se préserver des effets et des risques dus au courant électrique (champs électromagnétiques, induction, courant de défaut) […]

De plus, chaque entreprise devant réaliser des travaux sur la commune devra appliquer le décret n°91-1147 du 14 octobre 1991 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution (demande de renseignements, déclaration d'intention de commencement de travaux…).

Infrastructures de transport souterraines

Les impacts éventuels sont la dégradation des infrastructures par déformation des couches géologiques due aux méthodes constructives.

Le rappel des infrastructures interceptant le tracé des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est réalisé dans le tableau ci-après.

Infrastructure concernée	N°	Ligne concernée	Niveau du TN au droit de l'infra. (en m NGF)	Profondeur de l'infra. par rapport au TN (en m)	Altitude de l'infra. (en m NGF)	Altitude du toit du tunnel (m NGF)	Ecart entre le toit du tunnel et la canalisation (m)
Métro ligne 13	33	Ligne 16/17S	35	13	20	14	6,3
Lignes SNCF - Faisceau Landy	30	Ligne 14N Ligne 14N					22
Autoroute A1	29	Ligne 16/17S	39	11	28	14	14
Autoroute A1	29	Ligne 14N	39	11	28	5	23
A86 (Piliers)	28	Ligne 16/17S	35,8	5	Environ 30	18	12
RER B	9	Ligne 16/17S	55	10	45[5]	42	3

Caractéristiques des infrastructures de transport interceptées par le tracé de référence (Société du Grand Paris)

Fondations de bâtiments

Les impacts directs sur les fondations des bâtiments correspondent à une destruction/déstabilisation de ces dernières par le creusement au tunnelier ou la réalisation des gares et ouvrages annexes.

Globalement, les atteintes directes aux fondations seront évitées par le positionnement de l'infrastructure et son adaptation à l'existant, en particulier pour la connexion des gares au niveau des correspondances.

En ce sens, l'ensemble des études de conception menées a permis de s'affranchir d'un certain nombre d'interactions entre le projet et les fondations de bâtis.

En outre, les études de vulnérabilité des bâtiments entreprises par la Société du Grand Paris ont permis d'apprécier la vulnérabilité des bâtiments aux déformations et vibrations pour la phase chantier, c'est-à-dire au moment du creusement par le tunnelier et lors de la réalisation de grandes excavations. La méthodologie des études de vulnérabilité du bâtiment menées par la Société du Grand Paris est détaillée dans l'état initial de l'étude d'impact des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

Rappelons que cette étude porte notamment sur les critères suivants :

- la caractérisation du bâti d'un point de vue géométrique : nombre d'étages, niveaux de sous-sol, profondeur des fondations ;
- la caractérisation du bâti d'un point structurel : système de fondations, système de poutraison, bâti en maçonnerie, béton armé, etc. ;
- la caractérisation de l'état du bâti : éventuelles fissures existantes, éventuelles traces d'humidité, etc.

Les fiches de vulnérabilité s'organisent de la manière suivante :

- Les données d'entrée ;
- Les déformations produites par le creusement du tunnel ;
- La conclusion quant à la vulnérabilité du bâti.

En réponse à cette vulnérabilité, les fiches permettent de faire émerger les moyens à mettre en œuvre, tant en termes de méthodes constructives adaptées à la problématique, qu'en termes de suivi, notamment d'auscultations à envisager.

Au stade actuel des études menées par la Société du Grand Paris, les conclusions quant à la vulnérabilité des bâtiments ne sont pas disponibles. Les études permettent tout de même d'évaluer les impacts potentiels.

Ces études ont porté sur plus de 1 000 bâtiments tout le long du tracé des lignes16, 17 Sud et 14 Nord. Il n'est pas possible, dans un souci de synthèse, de détailler les impacts bâtiment par bâtiment. Ainsi, ne sont présentés ci-après que les bâtiments identifiés comme vulnérables et très vulnérables.

La matrice de vulnérabilité est donnée dans la méthodologie Qualiconsult. Elle est reportée ci-dessous :

Vulnérabilité du bâti aux déformations				
VULNERABILITE		SENSIBILITE DU BATI		
		PEU SENSIBLE	SENSIBLE	TRES SENSIBLE
Classe des dommages	Architecturaux	PV	PV	V
	Fonctionnels modérés	PV	V	V
	Fonctionnels importants	V	V	TV
	Structuraux	TV	TV	TV

[5] *Cote NGF mise à jour par rapport au rapport 1/3*

Les principes suivants ont été retenus pour la définition de la sensibilité :

- Bâti Peu Vulnérable (PV) : pas d'action particulière définie à l'exception d'un examen visuel régulier ;
- Bâti Vulnérable (V) : Nécessitant la mise en place d'un suivi et d'une instrumentation spécifique ;
- Bâti Très Vulnérable (TV) : Prévoir des travaux de confortement, instrumentation spécifique et étude particulière de l'impact du creusement.

7.2.2.2. Définition des impacts

Les impacts directs

Ils se définissent comme des atteintes à l'intégrité physique des ouvrages et fondations. Ils sont entraînés par les travaux de construction du projet (tunnel et ouvrages annexes).

Ces atteintes ont plusieurs origines possibles :

- Dégradation de la géologie en place par dissolution (gypse) ou atteintes à des cavités existantes ;
- Mouvement de la géologie en place (tassement différentiel ou gonflement) suite à un abaissement (montée) de la piézométrie ou à la rupture de paroi ou pilier de cavité.

Les ouvrages existants (bâtis, réseaux, infrastructures) sont susceptibles d'être impactés de la manière suivante :

- Déformations induites au niveau des ouvrages existants en phase chantier ;
- Endommagement de l'ouvrage existant en phase chantier (par exemple, le percement d'une canalisation ou l'injection involontaire de coulis dans un sous-sol) : il s'agit en général d'accidents dus à la méconnaissance des avoisinants souterrains ou à une maîtrise insuffisante des techniques d'exécution, mais non liés à la conception du projet à proprement parler.

Concrètement, les effets sur les ouvrages existants et leurs conséquences négatives sur la population et l'environnement peuvent être très variables selon l'ouvrage concerné : atteinte au fonctionnement normal des installations (par exemple création d'un point bas d'une canalisation d'eau), dégradation des ouvrages (par exemple fissuration de la façade d'un immeuble).

La vulnérabilité du bâti, des infrastructures et des réseaux existants aux travaux de réalisation du projet est également fonction de la nature et de la qualité des terrains rencontrés et d'éventuelles contraintes, comme la présence de vides dans le sol.

Les impacts indirects

- **Impacts indirects concernant les canalisations et ouvrages souterrains (hors défaut d'approvisionnement)**

Les conséquences corollaires durant la phase chantier, en fonction de la nature des ouvrages, peuvent correspondre à:

- **1** Des fuites des collecteurs qui peuvent à leur tour entraîner des déstabilisations de terrain et l'effondrement de certains ouvrages de surface ;
- **2** Des émanations ou explosions de gaz ou des réseaux de chaleur ;
- **3** Des pollutions liées à des fuites des canalisations de pétrole ;
- **4** D'autres pollutions liées à des fuites de canalisations ;
- **5** Des dégâts humains.

Effets indirects	Canalisation de gaz	Canalisation de pétrole	Grands collecteurs d'assainissement	Cours d'eau canalisés en collecteurs	Infrastructures de transport
1			X	X	
2	X	X			
3		X			
4			X	X	
5	X	X			X

Effets indirects potentiels selon la nature des ouvrages

Certains impacts sur les réseaux et ouvrages souterrains peuvent se cumuler par une relation de cause à effet, la déstabilisation d'un ouvrage pouvant impliquer par exemple sa destruction à moyen et long terme.

Les atteintes directes aux fondations sont évitées par le positionnement de l'infrastructure et son adaptation à l'existant, en particulier pour la connexion des gares au niveau des correspondances.

■ **Impacts indirects sur les fondations des bâtiments**

Les impacts indirects correspondent à de la déstabilisation des sols (donc des fondations) engendrée par les travaux et qui peuvent provoquer :

- Un affaiblissement des propriétés mécaniques des roches en place par fissuration ou dénoiement résultant des travaux de mise en place des ouvrages ;
- Une propagation de vibrations engendrant la fragilisation des roches en place, souvent déjà fragilisées par des actions antérieures : exploitation d'anciennes carrières, dissolution du gypse.

La déstabilisation des sols peut engendrer différents dommages à l'ouvrage ou au bâtiment :

- Des fissurations si le mouvement de sol est de faible ampleur ;
- Des cassures, voire l'effondrement, si le mouvement de sol est plus significatif.

Ces dommages sont très difficilement réparables et doivent être considérés comme irréversibles. En effet, ils sont peu accessibles car souterrains à une profondeur parfois importante. De plus la fissuration ou la cassure d'un béton qui serait rebouchée par un béton ou un enduit constitue une zone de fragilité dans la structure de l'ouvrage.

Le remplacement des ouvrages détruits est une opération très compliquée, aussi complexe que la mise en place de l'infrastructure.

7.2.2.3. Impacts cumulés

Des impacts cumulés sur les infrastructures de transport sont identifiés vis-à-vis de :

- La ligne 14 Nord (section comprise dans l'étude du projet : Mairie de Saint-Ouen-arrière gare Saint-Denis Pleyel) ;
- La future ligne 15 sous gestion du STIF entre les gares de Saint-Denis-Pleyel et de Champigny Centre.

L'intersection du projet avec la ligne 15 se fera au sud du Stade de France de Saint-Denis.

Les impacts potentiels et / ou avérés du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sur les différentes occupations du sous-sol rencontrées au droit et à proximité du projet sont détaillés dans les paragraphes suivants. Seuls les ouvrages concernés sont mentionnés ici, ceux pour lesquels aucun impact potentiel n'a été identifié ne sont pas traités dans ce chapitre.

7.2.3. Secteur Noisy - Champs / Chelles

7.2.3.1. Tunnel à proximité de l'OA 0703P

Atteinte aux fondations des bâtiments (n°1)

Le tunnel passe au droit de pavillons allée J. Perrin. Il s'agit de maisons présentant ou ayant présenté un certain nombre de désordres dont notamment des fissures d'ouverture relativement importante.

La profondeur du tunnel au droit de ces pavillons est de 25 mètres environ et les fondations supposées sont à environ 8 mètres de profondeur.

Compte tenu du contexte géologique et de l'historique des dommages subis par ces avoisinants, **des mesures de traitement** seront prévues pour ces bâtiments.

7.2.4. Secteur Chelles / Clichy - Montfermeil

7.2.4.1. Tunnel à proximité de l'OA 0604P

Atteinte aux fondations des bâtiments (n°2)

Plusieurs bâtis sont concernés allée de la Noue Brossard. Il s'agit d'un ensemble résidentiel constitué de tours R+12 et de pavillons R+3. Les tours R+12 sont fondées sur pieux profonds. Compte tenu du contexte géologique du secteur (forte épaisseur d'alluvions) des fondations profondes sont supposées pour ces bâtiments. La profondeur n'est pas connue à ce stade des études.

Le tunnel est positionné entre les deux tours. Son altimétrie pourra évoluer en fonction des données sur les fondations des R+12 et du R+3.

La profondeur du tunnel est de 20 mètres environ et les fondations supposées sont à environ 15 mètres de profondeur.

Un confortement est alors à prévoir pour ces bâtiments.

7.2.4.2. OA 0603P

Atteinte aux canalisations de transport de gaz (n°3)

Une canalisation GRTgaz DN 400 longe le chemin de la Peau Grasse qui sera utilisé comme voie d'accès au chantier. Cette conduite, qui se situera sous la future voie de chantier du puits, nécessitera la mise en place de mesures conservatoires pour limiter les impacts sur celle-ci.

La mesure retenue est la mise en œuvre d'un rechargement ou d'une dalle de répartition sur le chemin de la Peau Grasse pour la réalisation de la voie de chantier.

7.2.4.3. Gare de Clichy - Montfermeil

Atteinte aux canalisations de transport d'eau (n°4)

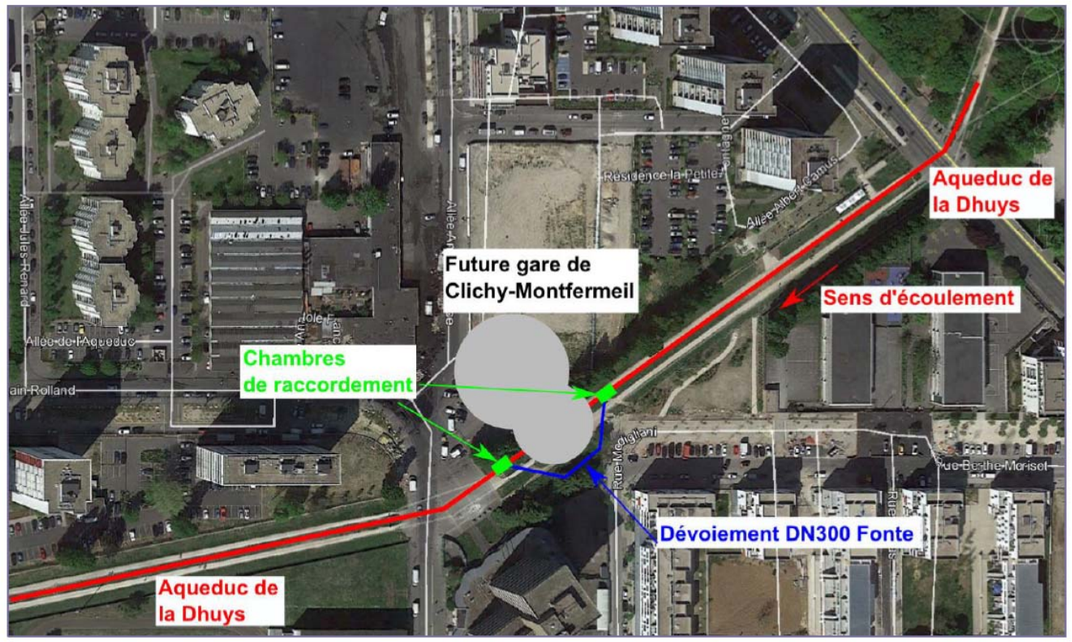
Le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord intercepte le tracé de l'aqueduc de la Dhuis au droit de la gare de Clichy – Montfermeil.

L'aqueduc se trouve au niveau de l'emprise de la future gare de Clichy – Montfermeil et sera impacté par la boîte de la gare. L'impact prévisible sur l'aqueduc est donc considéré comme fort.

L'aqueduc est un ouvrage géré par Eau de Paris. Il n'est plus en exploitation dans sa partie aval pour l'alimentation en eau de la ville de Paris, néanmoins, des écoulements résiduels existent toujours dans la partie de l'ouvrage impactée par la gare. Cet écoulement doit être conservé, et la continuité de l'ouvrage maintenue, ce qui nécessite **le dévoiement de cet aqueduc**.

Le principe retenu pour le raccordement de la conduite DN 300 à l'ovoïde se compose de :

- Deux chambres de raccordement sur l'ovoïde en amont et en aval de la future gare de Clichy-Montfermeil ;
- Une canalisation fonte DN 300 sur 80 ml qui contournera la gare par le sud, en préservant environ 3,50 m entre l'axe de la canalisation et le nu extérieur de la paroi moulée.

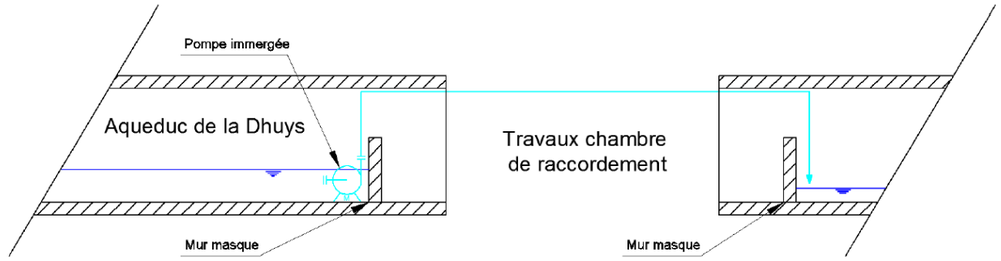


Plan de situation du dévoiement de l'Aqueduc de la Dhuis

Les travaux de déviation de l'aqueduc devront être anticipés par rapport à la construction de la gare de Clichy - Montfermeil pour garantir la continuité de service.

Afin de mettre à sec la zone de travaux en cas de venue d'eau depuis l'aqueduc, il sera nécessaire de réaliser un **pontage hydraulique** avec mise en place de deux murs masques ou batardeaux en amont et en aval de chaque chambre de raccordement. Le pontage hydraulique sera réalisé par l'intermédiaire de 2 pompes (1+1 secours) avec une conduite mise en place soit en surface, soit directement dans l'ovoïde dans la section hors service.

Le principe de fonctionnement de ce pontage est illustré sur le schéma suivant :



Pontage hydraulique

7.2.4.4. Tunnel à proximité de la gare Clichy – Montfermeil

Atteinte aux fondations des bâtiments (n°5)

Le tracé du projet passe sous plusieurs bâtiments situés allée de l'aqueduc. Ce secteur de Clichy est en plein renouvellement urbain. Les anciennes tours sont démolies pour laisser place à des bâtiments d'habitation R+3 à R+5. Le tunnel est à 25 mètres de profondeur environ mais avec des terrains de couverture de faible caractéristiques mécaniques.

Un confortement du bâti est à prévoir.

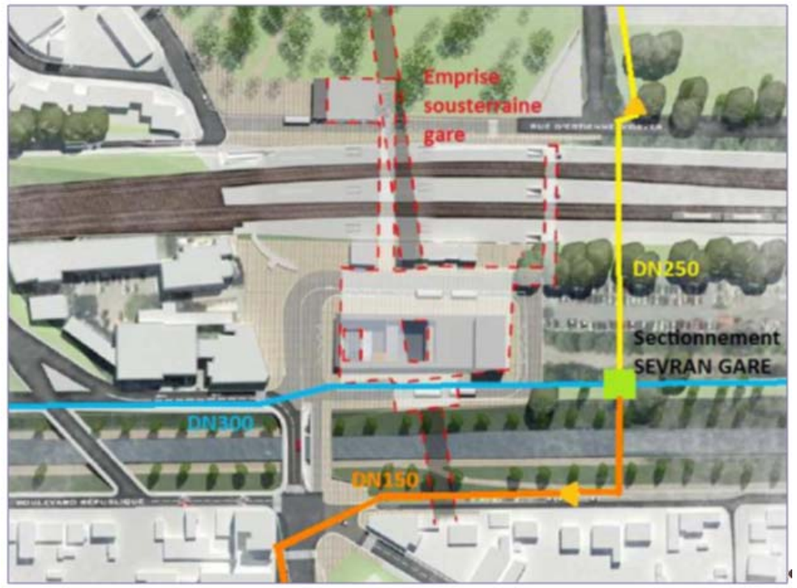
7.2.5. Secteur Sevran - Livry / Sevran-Beaudottes

7.2.5.1. Gare de Sevran – Livry

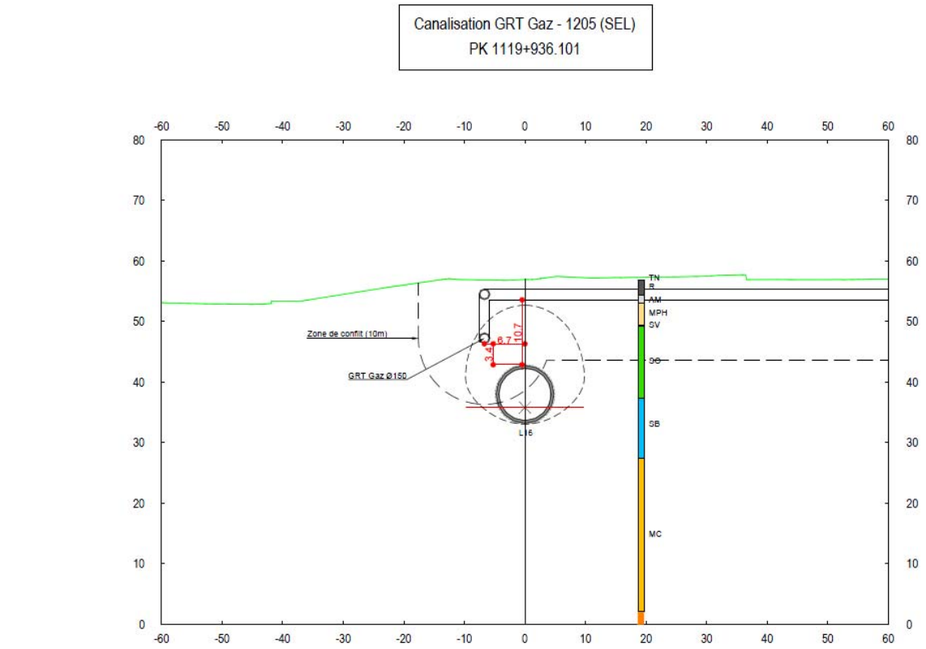
Atteinte aux canalisations de transport de gaz (n°6)

La future gare de Sevran - Livry se situe à proximité de plusieurs canalisations GRTgaz :

- un DN 150, situé sous l'avenue du Maréchal Lyautey ;
- Un DN 300, impacté par la boîte gare ;
- Un DN 250, en interface avec l'émergence nord, sur la rue d'Estienne d'Orves.



Plan de localisation du réseau GRTgaz – GRTgaz (17/11/2014)



Coupe de principe de la localisation de la canalisation DN 150 par rapport à la gare de Sevran - Livry

Les tassements calculés en première approche au niveau du collecteur (DN 300) sont de l'ordre de 10 à 15 mm verticalement et de l'ordre de 6 à 8 mm horizontalement.

La solution retenue consiste à **interrompre temporairement la canalisation** DN 300 et à mettre en place des mesures compensatoires sur les canalisations en DN 300, DN 250 et DN 150 au titre de l'article 29 (maîtrise de l'Urbanisation) de l'arrêté du 5 mars 2014 dit "multi-fluide", relatif aux canalisations de transport de gaz naturel ou assimilé, d'hydrocarbures et de produits chimiques.

Atteinte aux infrastructures de transport d'électricité (n°7)

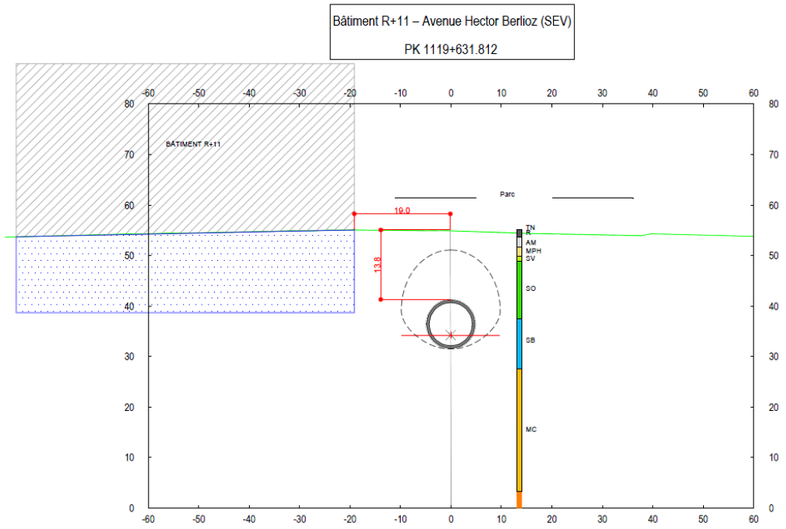
La gare de Sevran - Livry n'intercepte pas directement le réseau de transport d'électricité mais un poste de répartition électrique alimenté par un réseau dense en HTA. Une **relocalisation du poste** est prévue en respectant les contraintes suivantes :

- Une surface de 40 m² environ ;
- Une localisation en limite de propriété pour une accessibilité 24h/24 et 7j/7 ;
- Un rayon de manœuvre de 4 m autour du poste afin de permettre les interventions sur le poste ;
- Idéalement, une possibilité de stationnement ou une rue à deux voies devant le poste, pour permettre l'intervention des techniciens.

7.2.5.2. Tunnel entre la gare de Sevran – Livry et l'OA 0401P

Atteinte aux fondations des bâtiments (n°8)

Les bâtiments avenue Hector Berlioz sont des bâtiments d'habitation R+11. Le tunnel de la ligne 16 est situé à moins d'une vingtaine de mètres des fondations de ce bâtiment de grande hauteur. **Un confortement** est à prévoir.



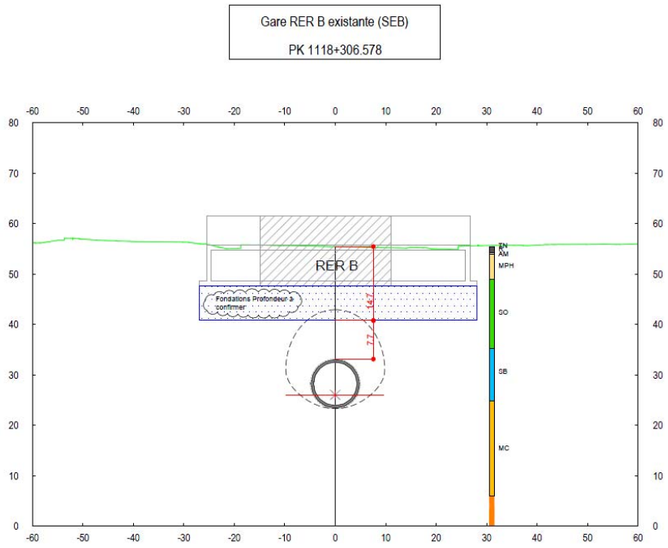
Bâtiments entre Sevran-Beaudottes et Sevran-Livry

7.2.5.3. Gare de Sevran-Beaudottes

Atteinte aux infrastructures de transport souterraines (n°9)

Le projet intercepte le tracé du RER B dans sa portion souterraine au niveau de la gare de Sevran-Beaudottes. Au droit de l'intersection, la fondation du RER B se situe à la cote de 45 m NGF. Le toit du tunnel du projet se situe à la cote de 42 m NGF, soit un écart d'environ 3 m entre les deux ouvrages.

L'écart horizontal entre la paroi moulée de la gare de Sevran-Beaudottes et l'infrastructure du RER B existante est aussi faible, quelques mètres, comme le montre la coupe de principe ci-après.



RER B à proximité de la gare de Sevran-Beaudottes

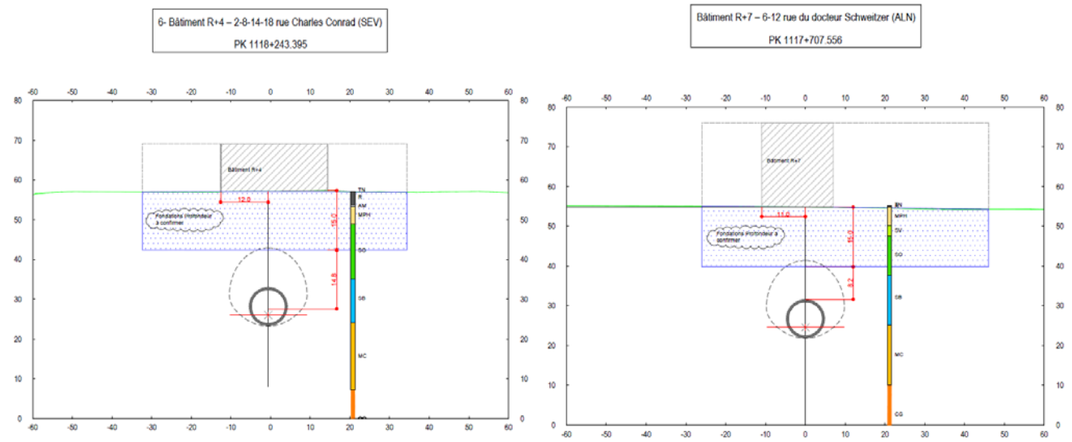
L'impact de la réalisation de la gare de Sevran-Beaudottes est modéré sur les structures du RER B existantes. Des **injections de collage et/ou des terrains au niveau des piédroits** ont été prévues dans la conception.

7.2.5.4. Tunnel à proximité de l'OA 0303P

Atteinte aux fondations des bâtiments (n°10)

Il s'agit probablement de la zone urbaine la plus dense du tronçon. Un nombre important (une trentaine environ) de bâtiments R+4 et R+7 sont situés à l'aplomb ou à proximité immédiate du tunnel au niveau des rues Schweitzer et Conrad. De plus, ils seraient *a priori* fondés sur fondations profondes dont la profondeur est actuellement estimée à 15 m par rapport au niveau du terrain naturel (TN).

La profondeur du tunnel est de 25 mètres environ et les fondations supposées à environ 15 mètres de profondeur. **Un confortement** est à prévoir.



Bâtiments entre Aulnay et Sevran Beaudottes

7.2.5.5. Tunnel entre les OA 0302P et 0301P

Atteinte aux canalisations d'eau (n°11)

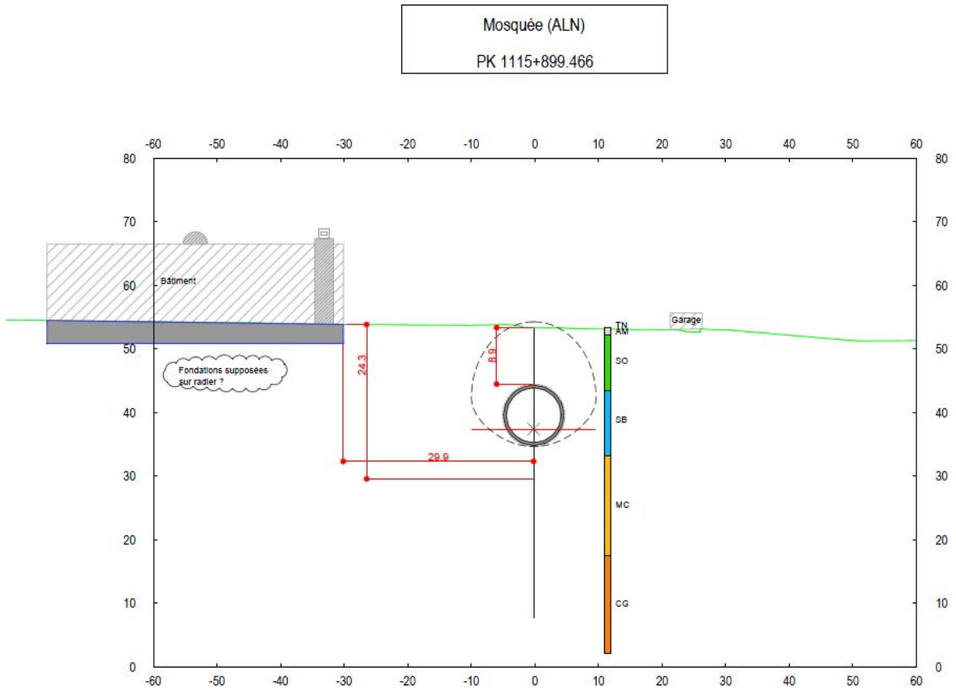
L'ouvrage annexe 0301P est situé sur le trottoir sud du boulevard Marc Chagall, sur la commune d'Aulnay-sous-Bois, au sud-ouest de l'intersection entre le boulevard Marc Chagall et la rue Eugène Delacroix.

L'ouvrage est implanté à proximité d'un collecteur DEA Ø1800 d'eaux usées. La DEA mettra cet **ouvrage sous surveillance** pendant toute la durée des travaux.

7.2.5.6. Tunnel entre l'OA 0301P et la gare d'Aulnay

Atteinte aux fondations des bâtiments (n°12)

La mosquée est un ouvrage récent à Aulnay-sous-Bois bâti sur des fondations superficielles. Il comporte des structures *a priori* sensibles telles qu'une coupole (structure semi-sphérique) et un minaret (structure élancée). Les fondations de la mosquée se trouvent à une distance supérieure à une vingtaine de mètres du tunnel de la ligne 16 du Grand Paris Express. L'impact du projet sera modéré sur la mosquée. Un **confortement** est à prévoir.



Mosquée Aulnay-sous-Bois

7.2.6. Secteur Aulnay / Le Bourget RER

7.2.6.1. Gare d'Aulnay

Atteinte aux canalisations de gaz (n°13)

Il existe un risque lié à l'implantation des émergences de la gare par rapport à la canalisation GRTgaz DN 100, située sous la chaussée de la rue Paul Cézanne.

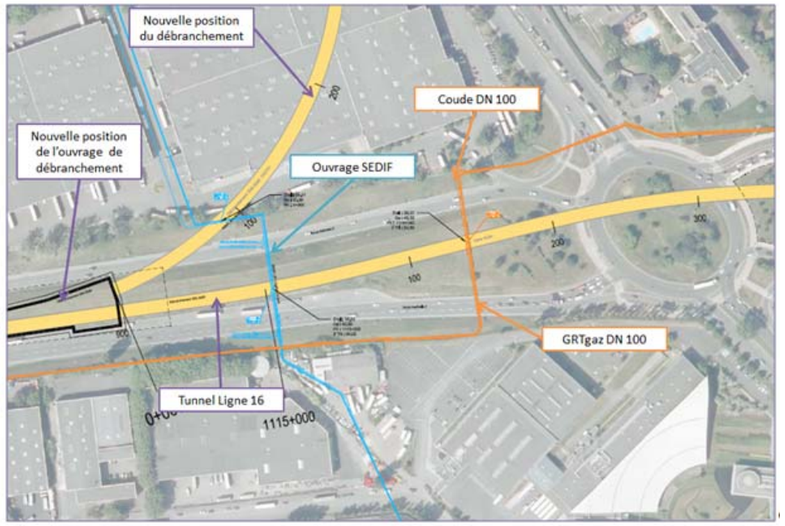
Les émergences de la gare ne semblent pas incluses dans les bandes d'effet de la canalisation DN 100. Une **interruption temporaire de la canalisation** est à prévoir.

Toutefois, conformément à l'article 29 de l'arrêté du 5 mars 2014 définissant les modalités d'application du chapitre V du titre V du livre V du code de l'environnement relatif à la sécurité des canalisations de transport de gaz naturel ou assimilés, d'hydrocarbures et de produits chimiques, la SGP devra réaliser une analyse de compatibilité.

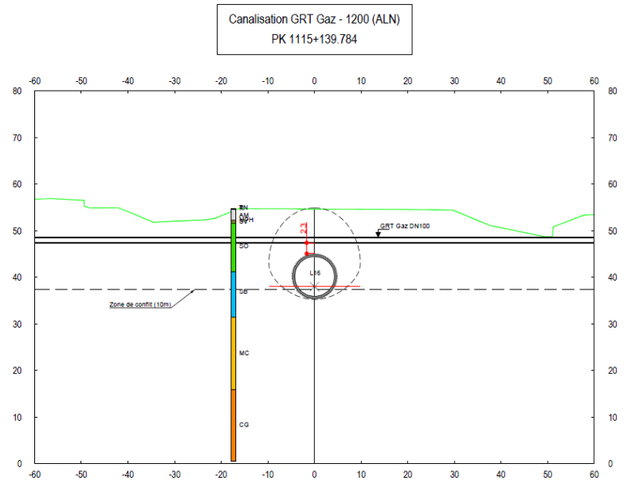
7.2.6.2. Tunnel entre la gare d'Aulnay et l'OA 0202P

Atteinte aux canalisations de gaz (n°14)

Cette interface concerne la création du tunnel de la ligne 16 et le tunnel du débranchement vers le SMI/SMR d'Aulnay.



Vue en plan de la conduite GRTgaz en traversée de la RN2



La solution retenue est la **suppression temporaire de la canalisation** DN 100 et sa repose.

Elle permet de s'affranchir des contraintes du seuil vibratoire (<50 mm/s) au voisinage de la canalisation pendant le passage du tunnelier.

Le tunnel n'étant pas considéré comme un ERP, la conduite pourra être reposée à la même profondeur.

Atteinte aux canalisations d'eau (n°15)

À l'Est du débranchement vers le SMR-SMI d'Aulnay le SEDIF possède une galerie Ø800 qui traverse la RN2 ainsi que son terre-plein central, à Aulnay-sous-Bois.

Plan de localisation de la conduite SEDIF (en bleu) à Aulnay-sous-Bois

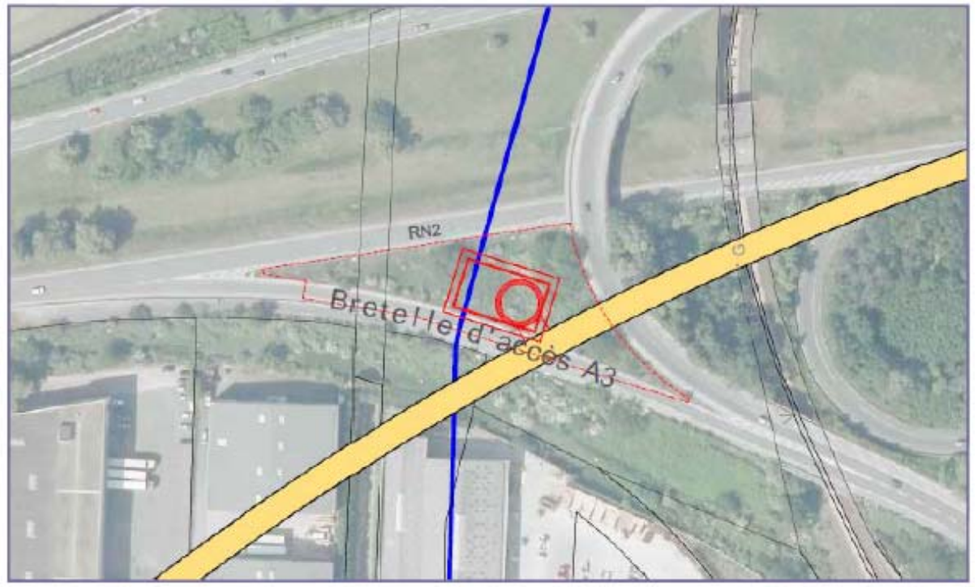
Le caniveau technique est à un peu plus de 3 mètres du tunnel de la ligne 16 et de celui du débranchement vers le SMI-SMR. Il pourra donc rester en place sous réserve que la réalisation des ouvrages n'endommage pas l'ouvrage existant. Une **surveillance particulière** de l'ouvrage sera mise en place pendant la durée des travaux.

7.2.6.3. OA 0201P

Atteinte aux canalisations d'eau (n°16)

A la limite entre Aulnay-sous-Bois et Le Blanc Mesnil l'OA 0201P et le tunnel de la ligne 16 interceptent le tracé du collecteur SIAAP Balagny-Morée situé à proximité de la bretelle RN2/A3.

La distance séparant ce collecteur de l'ouvrage et du tunnel est d'environ 5,6 m, donc inférieure au diamètre du tunnel. Cette interface est donc sensible et une **étude approfondie avec modélisation** sera réalisée et conduira si nécessaire à un **dévoiement**. La Société du Grand Paris s'engage à communiquer les résultats de cette étude, un mois avant la réalisation des travaux, au service police de l'eau et à la Direction de l'Eau et de l'Assainissement du conseil départemental de la Seine-Saint-Denis.

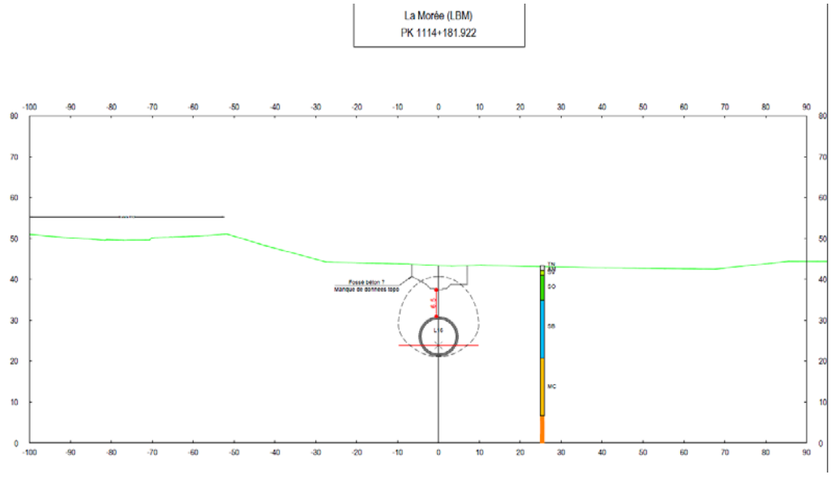


Plan de situation du puits 0201P par rapport à la canalisation SIAAP

7.2.6.4. Tunnel entre l'OA 0201P et la gare du Blanc-Mesnil

Atteinte aux canalisations d'eau (n°17)

Le collecteur DEA DN 2800 « Doublement de la Morée » (DMO), est situé sous l'avenue Albert Einstein, sur la commune du Blanc-Mesnil. Il est interdistant de 5,50 mètres environ du tunnel. Néanmoins, c'est un ouvrage sensible et la DEA le mettra **sous surveillance**.



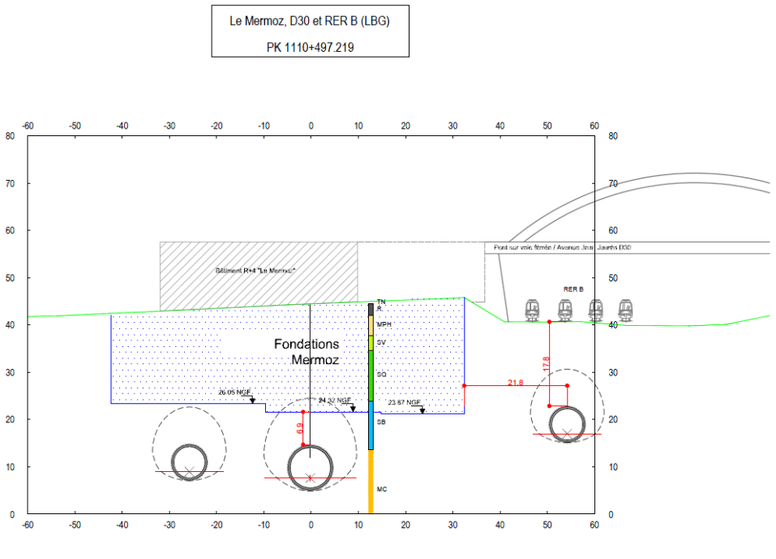
Localisation du tunnel par rapport au collecteur DEA

7.2.6.5. Tunnel entre l'OA 0101P et la gare du Bourget RER

Atteinte aux fondations des bâtiments (n°18 et n°19)

Le bâtiment « Le Mermoz » est un bâtiment de bureaux fondé sur des pieux profonds.

Les tunnels des lignes 16 et 17 Sud passent sous les fondations du bâtiment avec une très faible couverture. La côte de ces deux tunnels est la limitée par la profondeur de la gare GPE du Bourget RER.



Bâtiment « le Mermoz » (Le Bourget)

La profondeur du tunnel est de 35 mètres environ et les fondations supposées à environ 20 mètres de profondeur.

Un confortement est à prévoir pour l'ensemble du bâtiment.

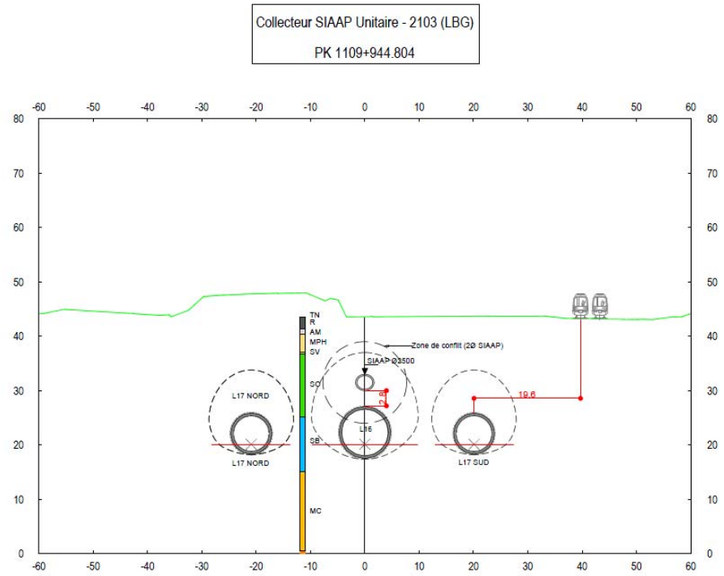
Les bâtiments situés rue Chevalier de la Barre sont des bâtiments d'habitation R+7. Le tunnel de la ligne 17 Sud passe sous ces bâtiments dont le niveau de fondation n'est pas connu à ce stade.

7.2.6.6. Gare du Bourget RER

Atteinte aux canalisations d'eau (n°20)

Le Bourget : Passage du collecteur SIAAP Ø2500 « Antenne du Bourget »

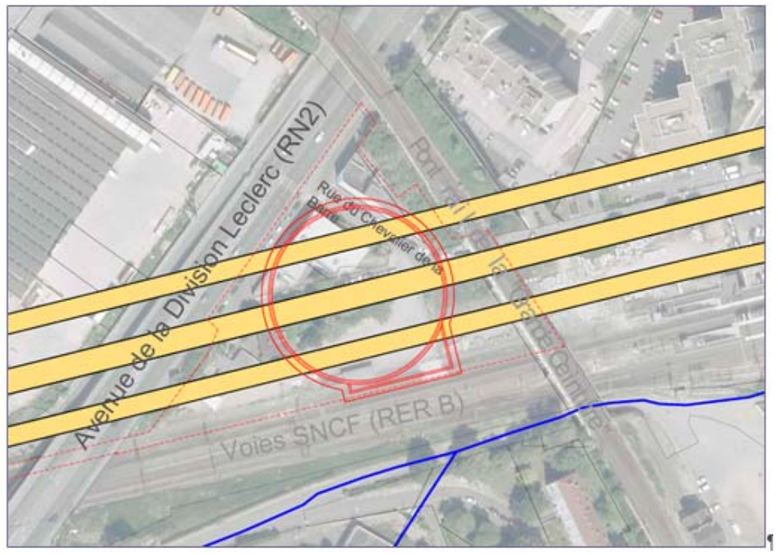
Ce collecteur est impacté par les tunneliers des lignes 16, 17 Nord et 14 Sud qui le croiseront avant d'entrer dans la gare. La couverture entre le tunnel de la ligne 16 et le collecteur est de 2,70 mètres environ.



Localisation du collecteur du SIAAP par rapport aux tunnels des lignes 16 et 17 Sud

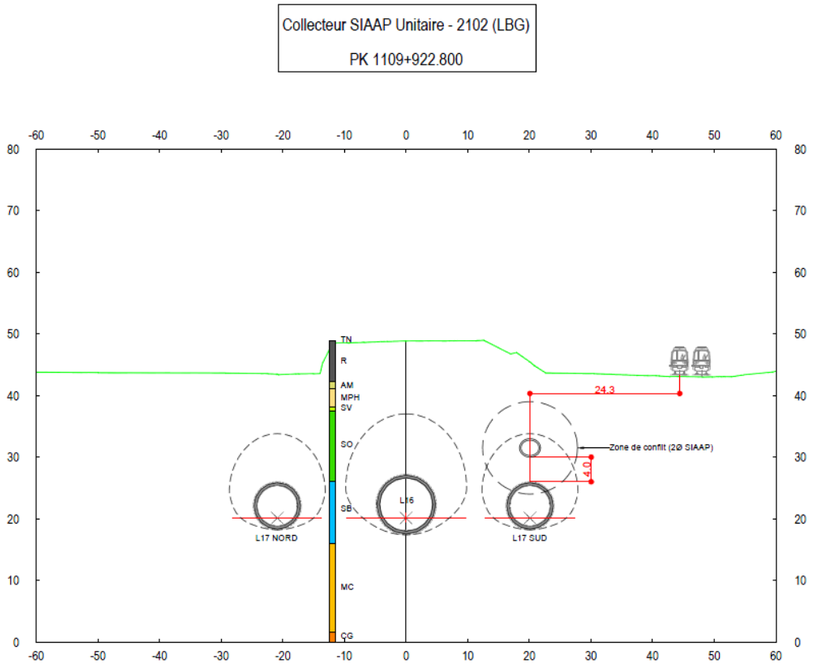
Les tassements calculés en première approche au niveau du collecteur sont de l'ordre de 15 à 20mm.

La gare du Bourget impacte également le collecteur « Antenne du Bourget » qui est situé le long de l'Avenue de la Division Leclerc, côté sud-est.



Plan de situation de la gare Le Bourget RER

Ce collecteur est considéré comme un réseau majeur (réseau structurant). Son dévoiement est problématique. Un **projet de reconstruction et de renforcement** de l'Antenne du Bourget est prévu et est en discussion avec le SIAAP.



Localisation du collecteur « Antenne du Bourget » par rapport aux tunnels des lignes 16 et 17 Sud

Atteinte aux canalisations de transport de gaz (n°21)

Il existe un risque lié à l'implantation des émergences de la gare vis-à-vis de la canalisation GRTgaz Ø200, située sur le trottoir nord de la RN2.

Les émergences de la gare ne semblent pas incluses dans les bandes d'effet de la canalisation DN 200.**Aucune mesure** ne semble donc nécessaire.

Toutefois, conformément à l'article 29 de l'arrêté du 5 mars 2014 définissant les modalités d'application du chapitre V du titre V du livre V du code de l'environnement relatif à la sécurité des canalisations de transport de gaz naturel ou assimilés, d'hydrocarbures et de produits chimiques, la SGP devra réaliser une analyse de compatibilité.

Atteinte aux infrastructures de transport d'électricité (n°22)

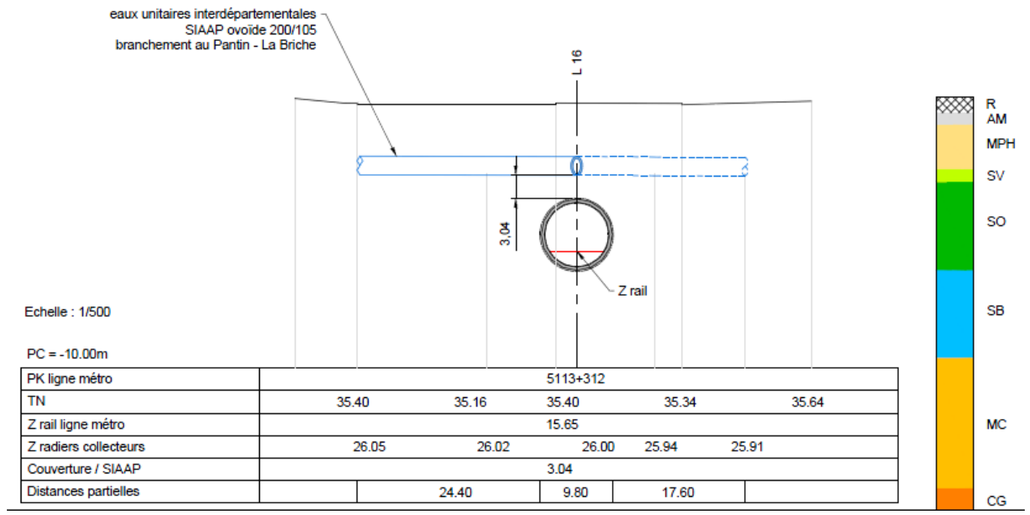
La gare du Bourget RER intercepte les réseaux HTA et BT de la rue du Chevalier de la Barre. Les impacts sur ces réseaux HTA et BT est considéré comme important. En effet, **un dévoiement du réseau** par l'avenue Francis de Pressensé est envisagé pour maintenir la liaison du réseau avec le réseau de la RN2 tout en sortant de l'emprise de la boîte de la future gare.

7.2.7. Secteur La Courneuve ''Six Routes'' / Saint-Denis Pleyel

7.2.7.1. Tunnel entre l'OA 3401P et la gare de La Courneuve « Six Routes »

Atteinte aux canalisations d'eau (n°23)

Sur la commune de La Courneuve, au droit du carrefour des Six Routes, le tracé du tunnel passe sous le collecteur SIAAP Pantin La Briche. Le tunnel et le collecteur sont distants de 1,10 m environ entre extrados, avec comme hypothèse une épaisseur du collecteur de 0,50 m.



Echelle : 1/500

PC = -10.00m

PK ligne métro	5113+312				
TN	35.40	35.16	35.40	35.34	35.64
Z rail ligne métro	15.65				
Z radiers collecteurs	26.05	26.02	26.00	25.94	25.91
Couverture / SIAAP	3.04				
Distances partielles		24.40	9.80	17.60	

Positionnement du tunnel des lignes 16 et 17 Sud par rapport au collecteur du SIAAP

Le franchissement du collecteur est donc extrêmement critique étant donné la couverture très limitée avec le tunnel (1,10 m). Les tassements absolus et différentiels estimés pour l'infrastructure sont de 20 mm de tassement et une pente maximale de 1,7 mm/m.

Un autre collecteur est intercepté au niveau du carrefour des Six Routes. Il s'agit d'un collecteur de réseaux d'eaux unitaires de la DEA. Le tunnel et le collecteur sont distants de 2 m environ. Les tassements estimés sont les mêmes que pour le collecteur du SIAAP décrit ci-avant.

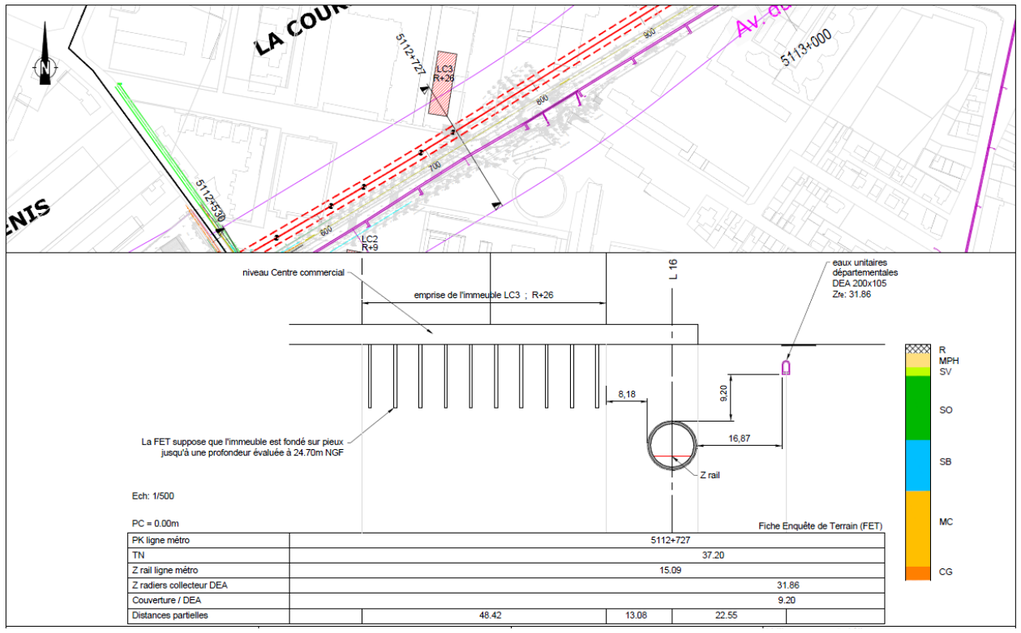
Un **confortement et surveillance particulière** des ouvrages seront effectués.

7.2.7.2. Tunnel entre la gare de La Courneuve « Six Routes » et l'OA 3304P

Atteinte aux fondations des bâtiments (n°24)

Les lignes 16 et 17 Sud passent à proximité immédiate d'un immeuble d'habitations de 26 étages de la commune de La Courneuve.

La figure ci-dessous présente la situation du bâti par rapport au tunnel ainsi qu'une coupe du projet au droit de l'avoisinant.



PK ligne métro	5112+727			
TN	37.20			
Z rail ligne métro	15.09			
Z radiers collecteur DEA	31.86			
Couverture / DEA	9.20			
Distances partielles	48.42	13.08	22.55	

Passage à proximité d'un immeuble R+26 (La Courneuve)

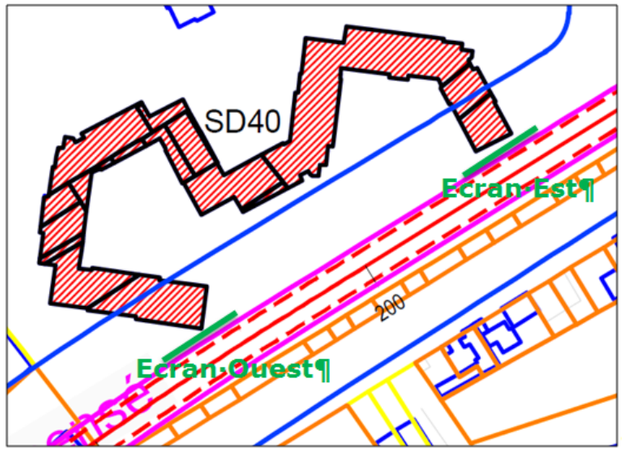
La coupe montre aussi que le tunnel passe sous le centre commercial (R+0) qui est situé en rez-de-chaussée du bâtiment. La distance entre le tunnel et le coin du bâtiment est de 8 m environ.

Sur la base de ces premiers résultats, il n'est pas prévu de renforcement de l'ouvrage. **Une instrumentation renforcée et une sécurisation du bâti** et du centre commercial seront toutefois mises en œuvre pendant la durée des travaux à titre conservatoire.

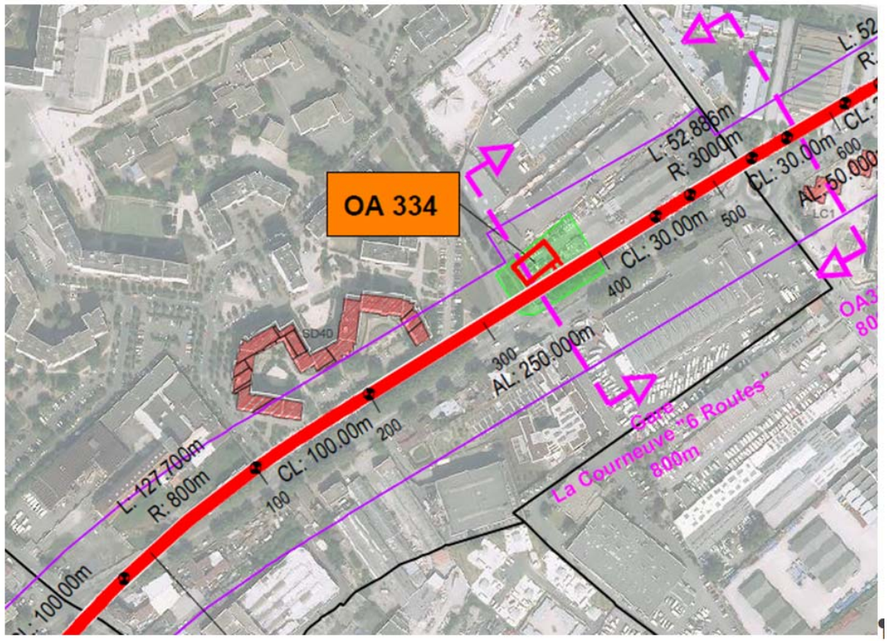
7.2.7.3. Tunnel entre l'OA 3304P et l'OA 3303P

Atteinte aux fondations des bâtiments (n°25)

Sur la commune de Saint-Denis, le tunnel des lignes 16 et 17 Sud passera au pied d'un immeuble d'habitations R+7 de l'allée Françoise Dolto, le bâtiment SD40, à proximité de l'ouvrage 3304P.



Mesures prise au droit du bâtiment SD40



Localisation du bâtiment SD40

Dans cette zone, le tunnel est à environ 21 m sous le terrain naturel. La couverture entre la clé du tunnel et le terrain naturel est de 14 m environ.

Pour assurer la pérennité des fondations profondes du bâtiment lors du passage du tunnelier, il est prévu la **réalisation d'écrans** entre le tunnel et le bâtiment SD40 en pieux sécants de 600 mm de diamètre qui devront être ancrés au niveau du radier du tunnel. La longueur estimée des écrans est de 15 m à l'ouest et de 20 m l'est.

Atteinte aux canalisations d'eau (n°26)

Sur la commune d'Aubervilliers, le tunnel des lignes 16 et 17 Sud croise le collecteur de Doublement de Pantin – La Briche. Les deux ouvrages sont distants de 3,4 m environ entre extrados, avec comme hypothèse une épaisseur du collecteur de 0,50 m.

Une **surveillance particulière** de l'ouvrage sera effectuée durant les travaux.

7.2.7.4. OA 3303P

Atteinte aux canalisations de transport de pétrole (n°27)

Une canalisation de transport d'hydrocarbures (TRAPIL) est identifiée à Aubervilliers, sur le linéaire compris entre la gare de Saint-Denis Pleyel et celle de La Courneuve « Six Routes ».

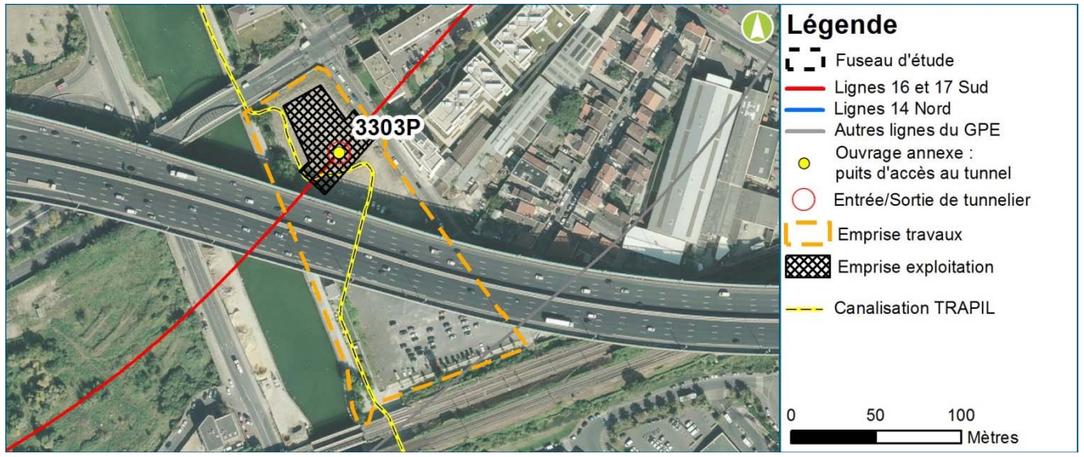
L'ouvrage est une conduite en acier de 273 mm de diamètre.

Ce réseau se situe à environ 1 m sous le niveau du terrain naturel. La distance au tunnel étant très importante, la sensibilité par rapport au tunnel est considérée comme nulle.

Néanmoins, cette canalisation est proche de l'OA 3303P.

Cette conduite a été récemment déviée, en décembre 2014, en prévision du projet GPE.

Aucune intervention n'est prévue sur le réseau TRAPIL. La solution retenue correspond à localiser le puits au plus près de la conduite TRAPIL en conservant une garde de 4 m. Cette distance parait suffisante pour excaver le puits sans impact notable sur la conduite TRAPIL.

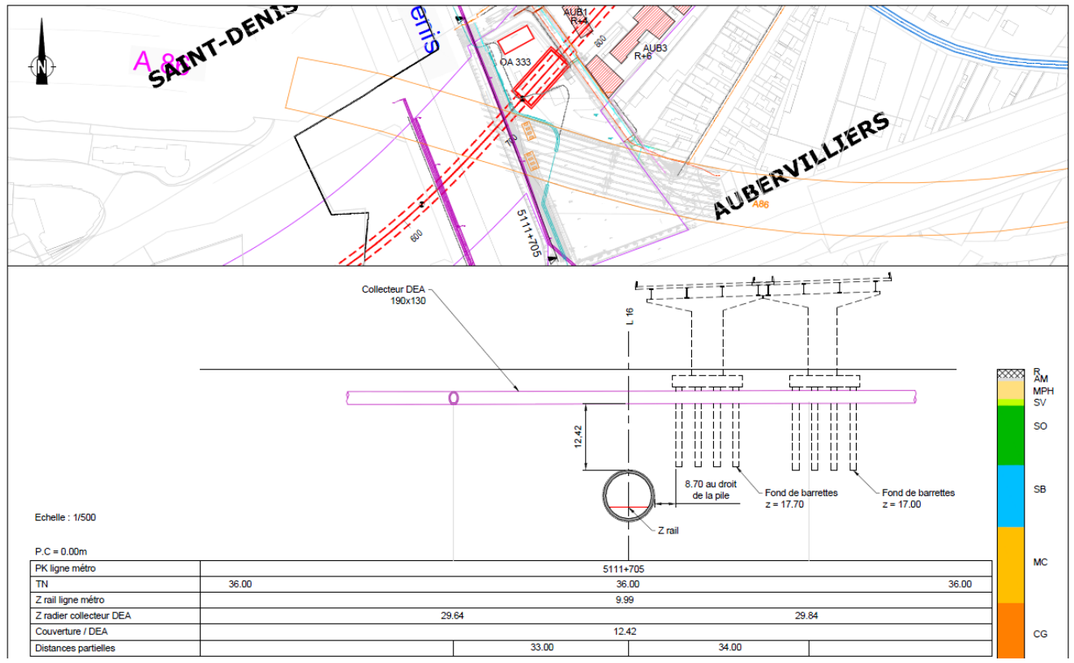


Canalisation TRAPIL aux abords immédiats du puits d'attaque tunnelier d'Aubervilliers

Une convention (études et travaux) sera passée entre la SGP et les différents exploitants, afin d'obtenir un engagement sur les réseaux impactés, le planning d'études et de travaux.

Atteinte aux infrastructures de transport (n°28)

Le tunnel des lignes 16 et 17 Sud passe au droit du viaduc de l'autoroute A86 sur la commune d'Aubervilliers. La figure suivante présente la position des appuis du viaduc par rapport au tunnel de la ligne 16 et l'ouvrage OA 3303P, puits d'entrée et d'un tunnelier de la ligne 16.



Coupe du projet au droit du franchissement de l'A86

Les appuis du viaduc sont aussi dans la zone d'influence géotechnique de l'ouvrage 3303P. La somme des tassements engendrés par l'ouvrage et le tunnel en surface devrait atteindre 33 mm environ, avec une pente maximale de 2,4 mm/m.

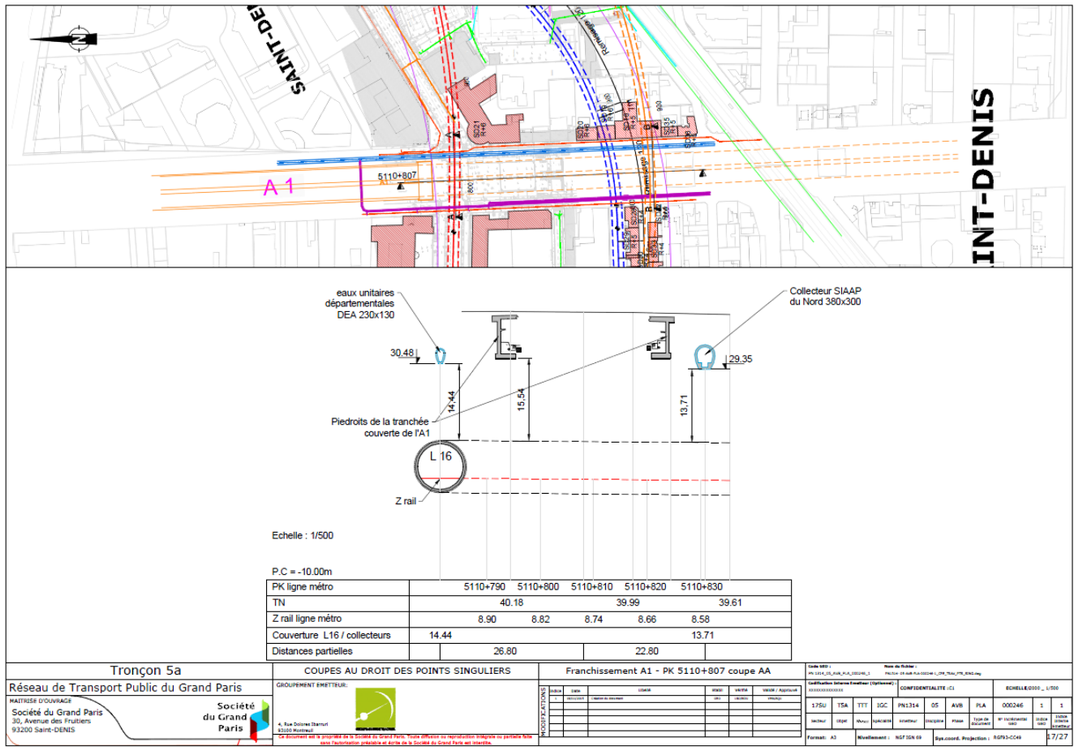
Vu la structure massive en béton armé de l'ouvrage, il n'est pas à craindre de désordre structurels au niveau des piles du viaduc. Néanmoins, il est prévu de réaliser un **vérinage des appuis** en amont du démarrage des travaux et les déformations seront compensées au fur et à mesure de leur apparition.

7.2.7.5. Tunnel entre l'OA 3302P et l'OA 6301P

Atteinte aux infrastructures de transport (n°29)

Sur la commune de Saint-Denis, le tracé des tunnels des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord passe en dessous de la tranchée couverte de l'autoroute A1.

La figure ci-après est une coupe longitudinale de la ligne 16 au droit du franchissement de la tranchée couverte de l'autoroute A1, du collecteur SIAAP du Nord et d'un collecteur de la DEA.



Coupe du projet au droit du franchissement souterrain de l'A1 et du collecteur SIAAP du Nord

Les profondeurs des deux tunnels sont différentes dans cette zone. Pour la ligne 16, la couverture vis-à-vis de ces infrastructures varie entre 13,7 m et 15,5 m.

Le toit du tunnel du projet (Ligne 14 Nord) est implanté à 5 m NGF, soit un écart de 23 m entre les deux ouvrages. Le tassement maximal calculé en surface est de 15 mm, selon une pente maximale de 1,1 mm/m.

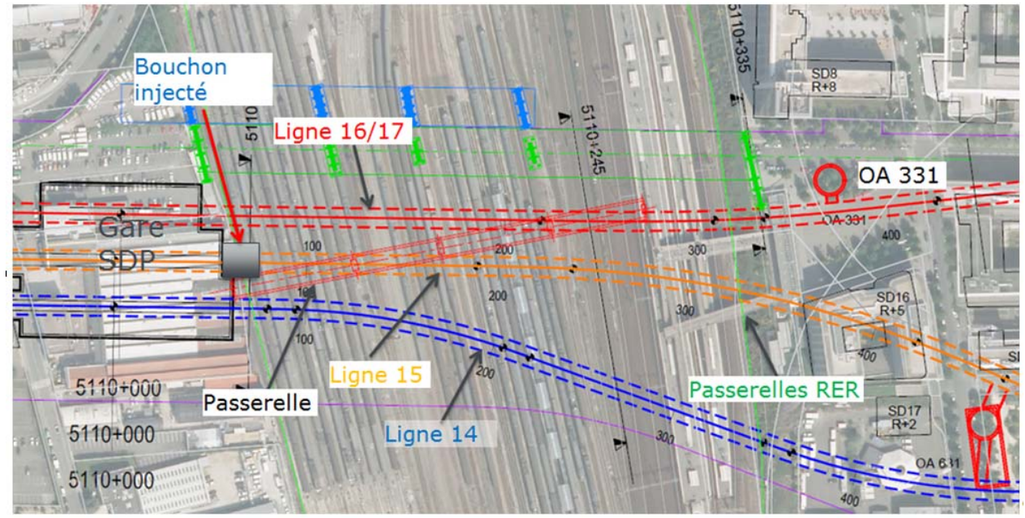
La tranchée couverte de l'autoroute A1 est fondée superficiellement, c'est *a priori* un ouvrage relativement souple. L'étude de sensibilité de l'ouvrage n'est pas aboutie mais ce type de structure devrait pouvoir encaisser les tassements annoncés. Une **instrumentation renforcée de l'autoroute** est prévue pour la durée des travaux.

7.2.7.6. Tunnel entre l'OA 6301P et la gare de Saint-Denis Pleyel

Atteinte aux infrastructures de transport en commun (n°30)

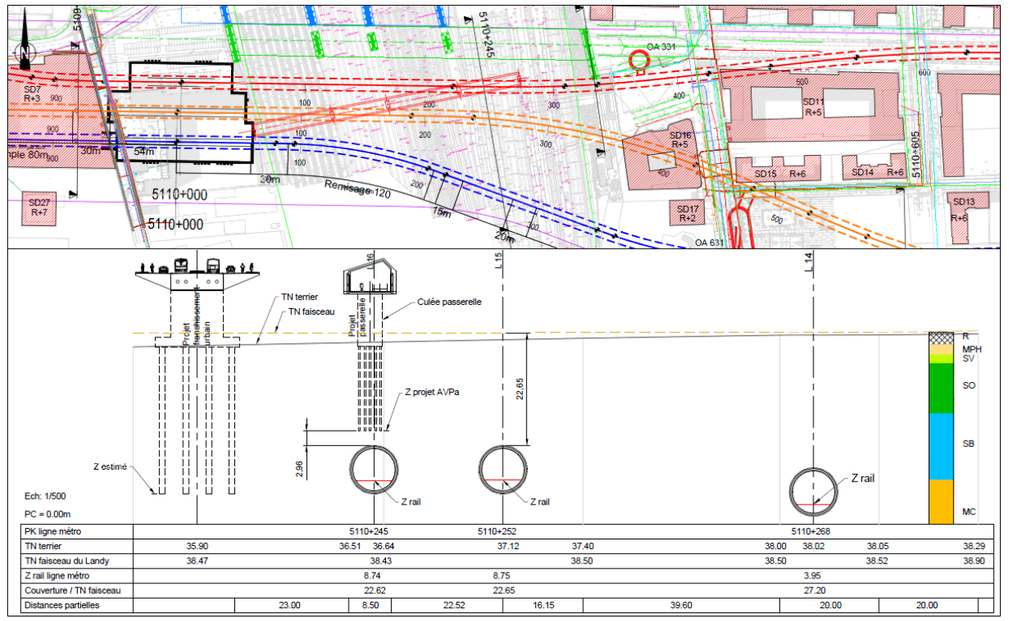
Le tracé des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord passe au droit du faisceau de voies situé entre l'ouvrage annexe 3301P et la gare de Saint-Denis Pleyel nommé faisceau du Landy.

D'ouest en est, le faisceau est composé des voies de remisage du Technicentre du Landy, des voies de circulation du Transilien, de la ligne classique et de la LGV Nord, puis des voies du RER D. Les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord passent à proximité des passerelles piétonnes de la gare du RER D. Les lignes étant presque parallèles aux passerelles, les tassements de l'ouvrage seront homogènes.



Vue en plan du faisceau du Landy

Au droit de cette coupe, la couverture est de 22 m environ pour les lignes 16 et 17 Sud et de 27 m pour la ligne 14 Nord.



Coupe du projet au droit du franchissement du faisceau du Landy

D'après les calculs réalisés, la valeur maximale des tassements cumulés est de 20 mm environ en tenant compte des trois tuneliers. Cette valeur est atteinte localement au droit du chantier de préparation.

La principale préoccupation est d'impacter le moins possible les circulations des trains sortant de la gare du Nord, notamment les lignes à grande vitesse.

De manière générale, il n'est pas envisageable de réduire le niveau de déformation lié au tunnel par le biais de traitements de terrains. En effet, la surface à traiter serait bien trop importante et impacterait de manière considérable l'exploitation du faisceau.

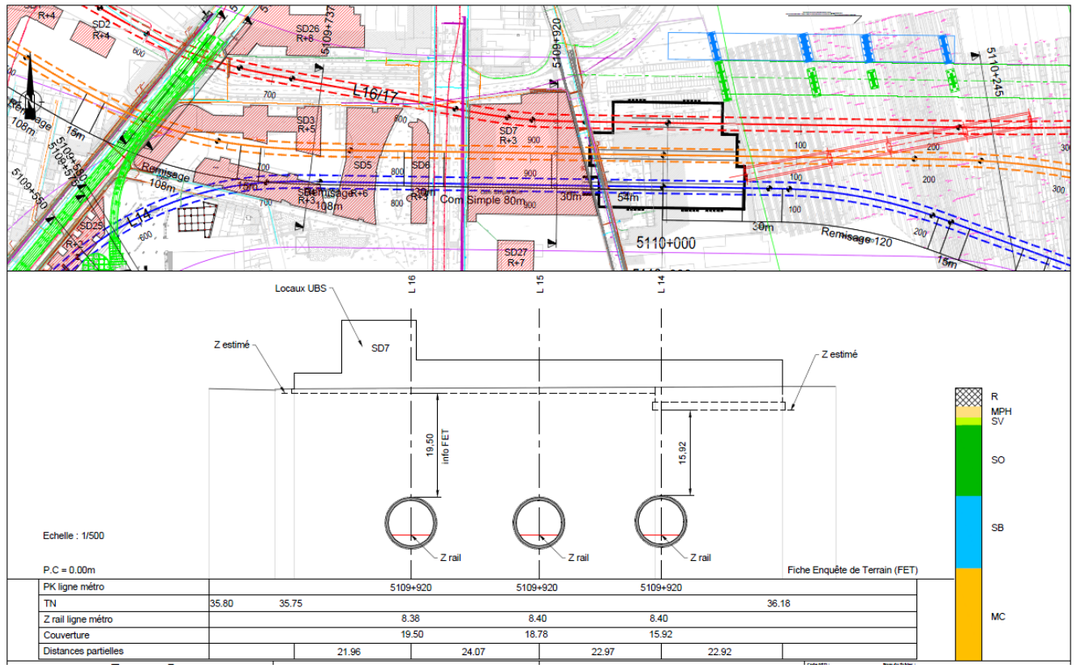
En revanche, il est prévu de procéder à un contrôle régulier de la géométrie des voies et de procéder à un **reballastage** des voies après chaque passage de tunnelier.

7.2.7.7. Tunnel entre la gare Saint-Denis Pleyel et l'OA 3300P

Atteinte aux fondations des bâtiments (n°31 et n°32)

Entre la gare Saint-Denis Pleyel et l'ouvrage 3300P, les tunnels du projet passent sous les fondations du bâtiment UBS, situé du côté est de la gare de SDP. La figure suivante est une coupe du projet au droit du bâtiment.

L'étude de scindement du bâtiment indique la présence d'un sous-sol partiel sur un niveau. Le bâtiment est concerné à la fois par les trois tunnels et surtout par la boîte de la gare SDP.



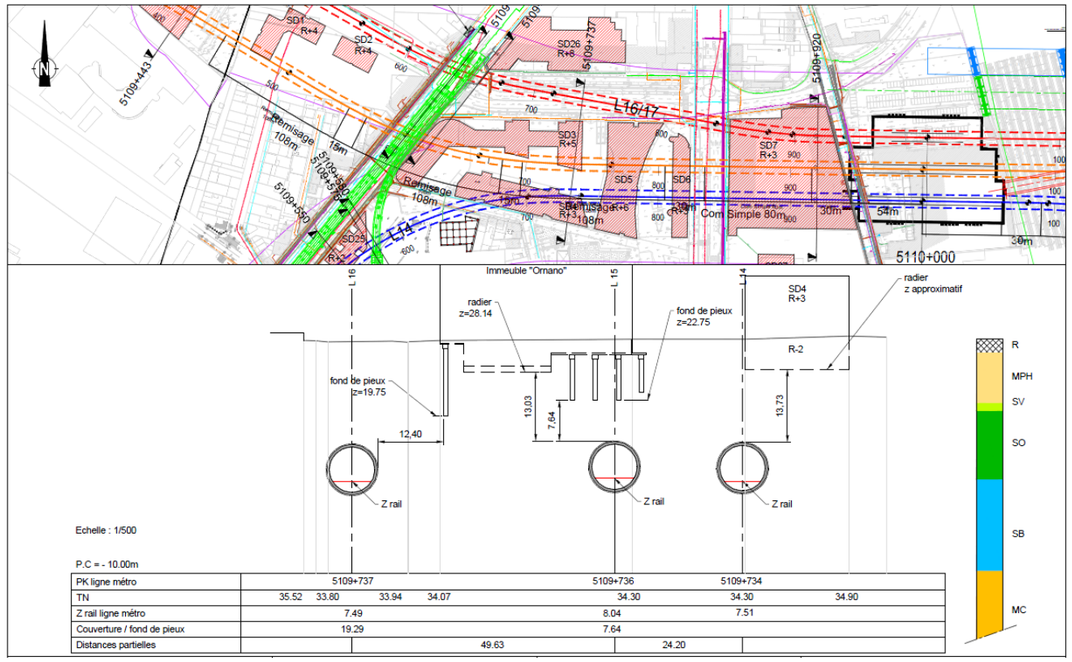
PK ligne métro			5109+920	5109+920	5109+920	
TN	35.80	35.75				36.18
Z rail ligne métro			8.38	8.40	8.40	
Couverture			19.50	18.78	15.92	
Distances partielles		21.96	24.07	22.97	22.92	

Coupe au droit du bâtiment UBS

Le propriétaire de la parcelle a fait connaitre à la SGP sa volonté de construire sur cette parcelle un immeuble de grande hauteur à la place du bâtiment actuel. A ce stade des études, la méthode de franchissement envisagée ne tient pas compte de ce nouveau projet.

Il est envisagé de réaliser **un confortement structurel du bâtiment** depuis l'intérieur. De plus, des **mesures de sécurisation** devront être prises (filets de protection, platelage, …). Par ailleurs un arrêt momentané de l'exploitation du bâti pourrait être nécessaire lors des phases de travaux les plus critiques.

Le complexe dit « Ornano » est également situé au droit des tunnels des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord. Il est composé de quatre immeubles repérés sur la figure ci-dessous. Le tunnel des lignes 16 et 17 Sud passe au nord des bâtiments quand celui de la ligne 14 Nord passe dans l'axe des bâtiments SD3 à SD6.



PK ligne métro		5109+737			5109+736	5109+734	
TN	35.52	33.80	33.94	34.07	34.30	34.30	34.90
Z rail ligne métro		7.49			8.04	7.51	
Couverture / fond de pieux		19.29			7.64		
Distances partielles			49.63		24.20		

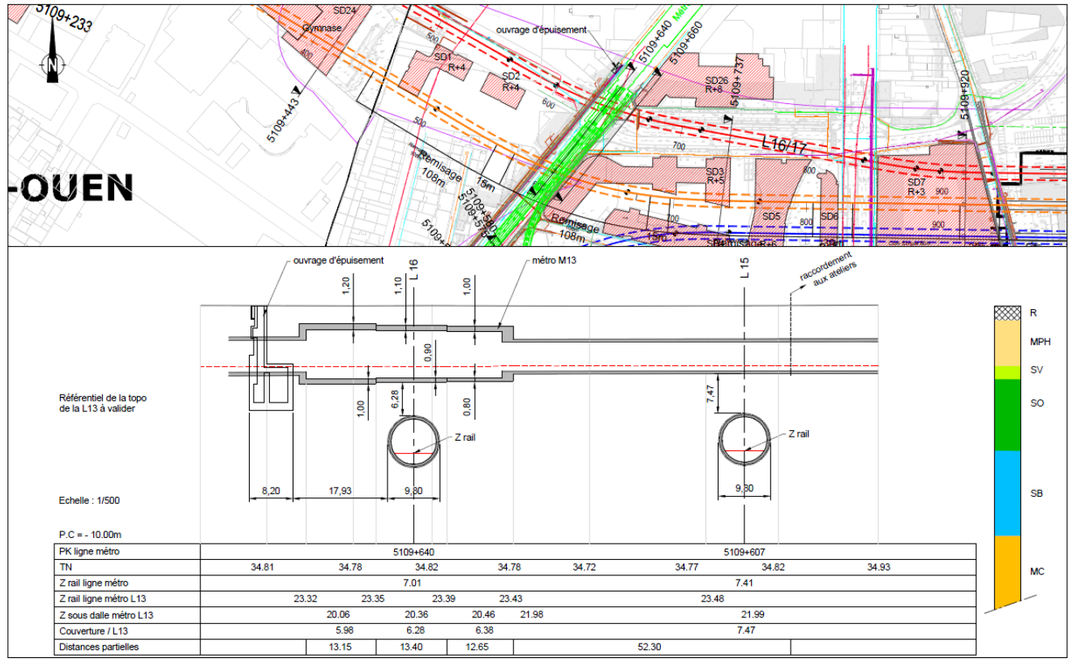
Coupe au droit du bâtiment Ornano

Vu le niveau de déformation attendu et la géométrie et la structure du bâti, il n'est pas prévu de confortement particulier au droit de cette interface. En revanche étant donné la présence de verrières et de façades de grandes hauteurs sur rue. Il est prévu **la mise en place de filets devant les façades** des SD4, SD5 et SD6 ainsi que **le platelage pour protéger les circulations extérieures et de films sur les baies vitrées.**

Atteinte aux infrastructures de transport souterraines (n°33)

Sur la commune de Saint-Ouen, le tunnel des lignes 16 et 17 Sud croise le tracé de la ligne 13 qui suit le boulevard Anatole France entre les stations Mairie de Saint-Ouen et Carrefour Pleyel. Cette ligne de métro est souterraine et se situe à une cote de 22 m NGF au niveau de la rue du Docteur Finot.

Les lignes 16 et 17 Sud franchissent la ligne 13 à proximité de l'intersection du boulevard et de la rue du Docteur Finot. Plus au sud, la ligne 14 Nord s'approchera de la ligne 13 à l'arrivée au puits Pleyel. La figure suivante présente les vues en plan de ces deux zones.



PK ligne métro	5109+640					5109+607		
TN	34.81	34.78	34.82	34.78	34.72	34.77	34.82	34.93
Z rail ligne métro	7.01					7.41		
Z rail ligne métro L13	23.32	23.35	23.39	23.43		23.48		
Z sous dalle métro L13	20.06		20.36	20.46	21.98	21.99		
Couverture / L13	5.98		6.28	6.38		7.47		
Distances partielles		13.15	13.40	12.65	52.30			

Coupe au droit du franchissement de la ligne 13 par les lignes 16 et 17 Sud

Les lignes 16 et 17 Sud passent à environ 18 m de l'ouvrage d'épuisement et la couverture sous l'entonnement de la ligne 13 est d'environ 6,3 m.

Des calculs des tassements de la ligne 13 engendrés par le franchissement des lignes 16 et 17 Sud ont été réalisés. Les résultats montrent que l'impact du creusement du tunnel des lignes 16 et 17 Sud sur l'ouvrage d'épuisement sera faible, avec des tassements inférieurs à 5 mm. Les deux lignes 16 et 17 Sud induisent environ 19 mm de tassement de la section courante de la ligne 13 et une pente maximale de 0,8 ‰ dans l'axe de la ligne 13.

Les niveaux de déformation annoncés ci-avant doivent être vérifiés et affinés dans la suite des études. A ce stade du projet, il apparait que des mesures doivent être prises afin de conforter la structure des ouvrages de la ligne 13 et de limiter les effets des tassements induits par le creusement des tunnels.

Des injections de collage remplissant les vides éventuels autour de la structure existante sont à prévoir sur 40 ml environ et sur 1 m de profondeur afin d'assurer un bon contact entre le revêtement et le terrain.

7.3. Mesures en phase chantier

Les mesures décrites ci-après sont des mesures génériques qui peuvent être appliquées à différents ouvrages. Certaines mesures sont cependant adaptées à un ouvrage unique et ont été présentées pour certaines dans le descriptif de l'ouvrage concerné dans les paragraphes précédents. Les mesures appliquées à chaque ouvrage sont présentées dans le tableau de synthèse dans la partie 7.5.

7.3.1. Mesure d'évitement : ajustement du profil en long de l'infrastructure

L'occupation du sous-sol est un des critères de base de l'établissement du profil en long des tunnels des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

Pour de nombreux ouvrages souterrains et fondations, le maître d'ouvrage a choisi de **s'éloigner suffisamment pour éviter toute interaction prévisible**.

D'une manière générale, l'occupation actuelle du sous-sol de la zone du projet est suffisamment dense pour interdire le passage du tunnel dans les 10 premiers mètres de sous-sol, sauf exception. Cette impossibilité résulte à la fois de contraintes réglementaires de types servitudes, de contraintes normatives et de contraintes techniques.

Pour l'essentiel, les canalisations GRT Gaz et TRAPIL sont situées dans les 10 premiers mètres du sous-sol.

Ainsi, le creusement des tunnels au-delà d'une dizaine de mètres de profondeur permet de s'affranchir de la présence de fondations ou niveaux de sous-sol profonds de certains bâtiments en surface.

7.3.2. Mesures de réduction

7.3.2.1. Utilisation d'un tunnelier

Le choix du type de tunnelier qui sera utilisé pour le creusement des tunnels n'est pas arrêté au stade des études d'avant-projet.

Cependant, si le tunnel est réalisé avec un tunnelier à pression de terre, cette technique de terrassement permet de réduire au maximum les tassements du terrain, source potentielle de désordre pour les réseaux traversés.

7.3.2.2. Mise en place de parois moulées à rôle structurel

Les parois moulées permettent l'isolement de la zone de travail des sols alentours et donc d'éviter des atteintes aux ouvrages et fondations.

Leur rôle structurel améliore fortement la performance des parois moulées dans leur rôle d'écran et permet de limiter fortement les impacts potentiels sur le rabattement des nappes notamment.

En rendant non significatifs les impacts sur la piézométrie, les parois moulées permettent de limiter fortement les risques de tassements différentiels à proximité des ouvrages du projet.

De même, en limitant la propagation des vibrations produites à l'intérieur de la boîte des gares ou des ouvrages annexes, les parois moulées permettent de limiter les impacts dus aux vibrations au-delà d'une distance dépendant de la conception de chaque paroi moulée.

7.3.2.3. Signature de conventions avec les gestionnaires de réseaux

La Société du Grand Paris a engagé des échanges avec tous les services des gestionnaires de réseaux afin de garantir la pérennité des ouvrages potentiellement impactés, et leur dévoiement si nécessaire.

7.3.2.4. Travaux de dévoiement des réseaux

Mené par le gestionnaire, il s'agit de déplacer l'ouvrage dans un secteur où les incidences des travaux des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord seront imperceptibles, ou du moins acceptables pour le maintien de l'ouvrage.

7.3.2.5. Travaux de confortement des ouvrages en place pour limiter les incidences en cas de déstabilisation des sols

Le but de cette mesure est de préserver en l'état les ouvrages du sous-sol. Deux catégories de solutions sont envisageables à ce stade des études :

- Méthodes de confortement et/ou protection de l'existant

Il existe différentes méthodes pour renforcer un ouvrage. Celles-ci dépendent notamment des objectifs recherchés, de la nature de l'ouvrage et de l'état de celui-ci. Dans tous les cas, la définition du renforcement à mettre en œuvre nécessite une connaissance approfondie de l'ouvrage en question.

Régénération de maçonneries et amélioration de l'assise de la pile d'un pont

Les différents dispositifs ont généralement pour objectif d'augmenter la rigidité de l'ouvrage (béton projeté, fibres de carbone, régénération des maçonneries, injections de clavage, cintrage, ceinturage,…) et /ou améliorer l'assise de ces fondations (par exemple avec des micropieux).

Il est également possible de protéger l'ouvrage existant avec la réalisation, par exemple, d'un écran de protection positionné entre l'ouvrage existant et le tunnel creusé. La rigidité de l'écran permet alors de limiter la propagation des tassements vers l'ouvrage existant.

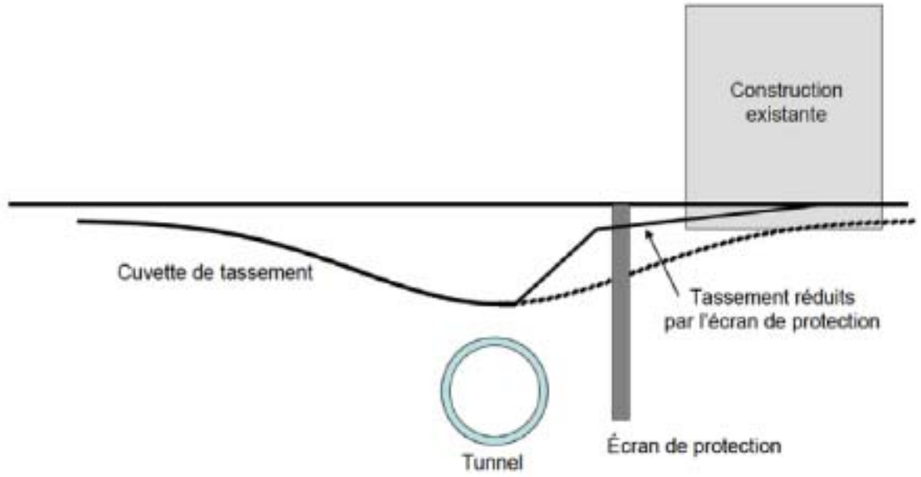


Schéma de fonctionnement d'un écran de protection (Société du Grand Paris)

- Méthodes de confortement de terrain

Les confortements de terrain répondent à des objectifs spécifiques qui peuvent varier suivant les nécessités du chantier. Les principaux objectifs sont :

- Rendre homogène du point de vue géotechnique un ensemble de couches ;
- Améliorer les caractéristiques géo-mécaniques des terrains (rigidité, résistance, capacité portante,…) ;
- Réduire la perméabilité d'une zone de terrain.

Parmi les méthodes généralement utilisées pour améliorer les caractéristiques des terrains, les injections, le jet-grouting, les injections solides, les inclusions rigides et le vibro-compactage peuvent notamment être cités. La congélation permet également la réalisation d'une auréole étanche temporaire autour d'une excavation.

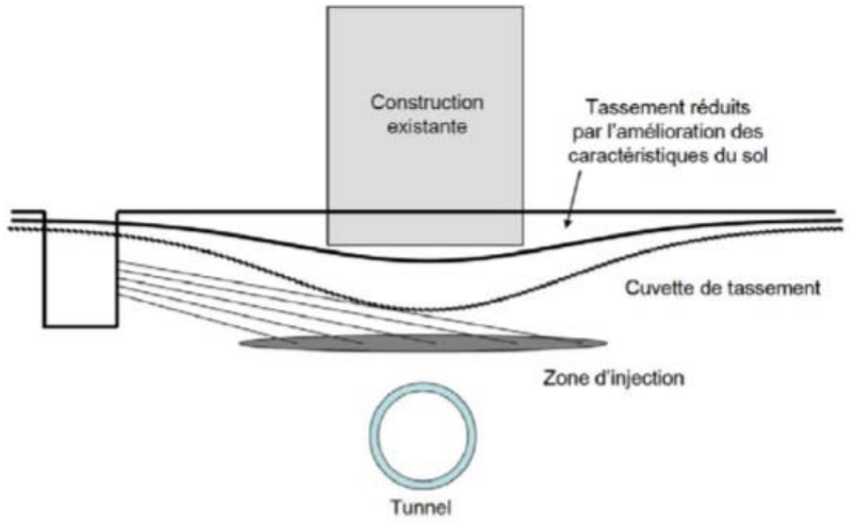
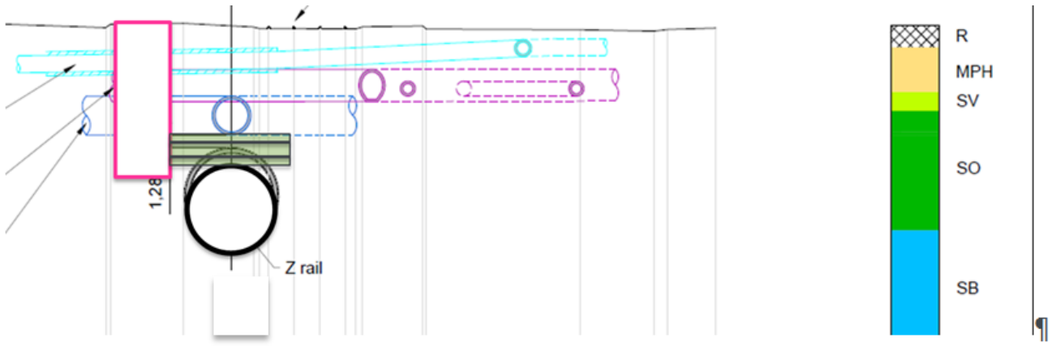


Schéma de confortement par injection du terrain (Société du Grand Paris)

Exemple retenu pour le réseau SIAAP au niveau du carrefour des Six Routes à la Courneuve :

Le principe retenu consiste à mettre en place un dispositif d'injection de compensation ou de confortement passif entre le collecteur et la clé du tunnel, sous réserve que le terrain soit compatible.

Pour pouvoir réaliser ces travaux un approfondissement minimal de 2 m du tracé du tunnel est nécessaire afin de garantir un espacement d'environ 1 m entre le dispositif de confortement et le radier du collecteur d'une part et la clé du tunnel d'autre part. Le dispositif impose de disposer d'un puits travaux provisoire situé au niveau du carrefour de La Courneuve. La réalisation du puits et des injections nécessiteront des installations de surface. A ce stade, on estime cette surface à environ 1 000 m².



Coupe de principe du renforcement envisagé (Société du Grand Paris)

Le mode de confortement n'est pas encore retenu au stade des études en cours.

Parmi les autres méthodes courantes, peuvent être citées les inclusions rigides comme le boulonnage, les voûtes parapluies,….

L'impact en matière de coût et délai de ces méthodes peut être important. On favorisera les traitements préalables, ce qui permet de « sortir » ces travaux spéciaux du chemin critique du projet. Réaliser ces travaux depuis la surface est également favorable, mais ceci n'est pas toujours possible faute d'emprise disponible en surface à partir de laquelle on peut accéder à la zone devant être traitée. Dans ce cas, il peut s'avérer nécessaire de réaliser les traitements depuis des ouvrages provisoires (puits, tranchées, etc…) ou des ouvrages existants, ce qui a un fort impact sur les conditions de travail (conditions d'accès, créneaux horaires pour les opérations, sécurité du personnel et des tiers, conditions minimales de confort des usagers à garantir, espace disponible et gabarits des machines pouvant être utilisées,…).

7.3.2.6. Etudes techniques

Etudes géotechniques approfondies pour les passages à proximité de fondations profondes ou d'ouvrages

Toutes les missions de reconnaissance n'ont pas été prises en compte dans la phase d'avant-projet car les résultats ne sont pas disponibles au stade de la rédaction de la présente étude.

Ces études géotechniques avancées ont pour objectif principal de déterminer les mesures à mettre en œuvre dès le processus de construction en phase chantier pour réduire les impacts potentiels.

Études complémentaires des ouvrages souterrains et de leur comportement vis-à-vis des travaux projetés

Les études complémentaires à effectuer afin de limiter les risques et impacts du projet sur les réseaux et ouvrages enterrés sont toutes les études nécessaires à une connaissance précise et exhaustive de la nature, des caractéristiques, du nombre, de la localisation des réseaux et ouvrages enterrés.

Il s'agit notamment :

- De la cartographie de la nature, des caractéristiques, du nombre, de la localisation des réseaux et ouvrages enterrés ;
- Des impacts locaux du projet sur chaque ouvrage voisin ;
- Des mesures de sécurité que le projet doit intégrer. Les dispositions de la circulaire BSEI n°06-254 du 4 août 2006 relative aux porter-à-connaissance dans ce domaine sont à prendre en compte.

Etude d'interférométrie satellitaire

La Société du Grand Paris a mis en place un marché d'interférométrie satellitaire. Le projet du Grand Paris Express est réalisé majoritairement en tunnel et fera l'objet de grandes fouilles ou d'excavations en souterrain au niveau des gares et ouvrages annexes. Il convient donc de

connaître les mouvements en surface du bâti dans les zones de travaux, sur tous les tronçons du réseau. Le tracé sur ces tronçons rencontre d'anciennes zones de carrière ainsi que des zones potentielles de dissolution du gypse.

Cette étude permettra, en recourant à la méthode d'interférométrie satellitaire, de dresser un état des lieux de l'historique des mouvements jusqu'à ce jour et de les suivre jusqu'au commencement des travaux du tronçon considéré. Il convient d'apprécier le niveau de tassement dans la zone d'influence des travaux et d'identifier les constructions susceptibles d'être affectées par la décompression des sols et/ou le rabattement provisoire des nappes phréatiques dus au passage du tunnelier et aux grandes excavations à réaliser.

Étude sur les structures

Un marché d'investigation structurelle viendra compléter l'étude de vulnérabilité du bâti. Il s'agira principalement d'effectuer *in situ* des diagnostics par sondages, des fondations et/ou structures porteuses des bâtis situés dans la zone d'influence des travaux du tunnel et dans l'environnement du chantier des gares.

Si nécessaire, en liaison avec le maître d'œuvre, la Société du Grand Paris pourra également lancer des marchés de travaux pour la réalisation de puits avec galeries de reconnaissance. Ces puits permettront de réaliser des essais géotechniques *in situ* afin de mieux caractériser le comportement de certaines couches de terrain et d'affiner les méthodes constructives. Ces données seront exploitées aussi bien par le maître d'œuvre que par les candidats qui postuleront lors des consultations relatives aux marchés de travaux de génie civil.

7.3.3. Mesures de compensation des effets résiduels

L'ensemble des mesures d'évitement et de réduction devront viser à empêcher tout impact résiduel.

Toutefois, l'ensemble des impacts peut ne pas être maîtrisé dans son intégralité, notamment vis-à-vis des fondations de bâtis où les données ne sont pas facilement accessibles en raison de l'ancienneté de certains des bâtiments considérés.

À noter que sur la majeure partie du linéaire, le tunnel est implanté à une profondeur suffisamment importante pour que les interactions avec les fondations apparaissent relativement faibles.

La seule mesure de compensation envisageable est l'indemnisation des effets résiduels non acceptables, soit sous forme d'indemnisation financière directe, soit sous forme de relogement (habitation, locaux divers, remplacement de réseau), soit par le paiement de travaux permettant une réparation définitive.

7.3.4. Mesures de suivi dans le temps

7.3.4.1. Suivi des mouvements de terrain

Les mouvements de terrain engendrés par la construction d'un ouvrage sont mesurables par des méthodes d'auscultation en surface et en profondeur, ce qui permet d'évaluer les conséquences du creusement. Les méthodes d'auscultation peuvent être adaptées en fonction de la sensibilité d'une zone, elle-même déterminée en fonction de la sensibilité des avoisinants vis-à-vis des mouvements de terrain. Le suivi des tassements du terrain au cours du creusement permet à la fois de connaître les conséquences du creusement et d'adapter les paramètres de creusement pour maîtriser au mieux les impacts sur les avoisinants.

Dans le cadre du creusement des tunnels des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, le suivi des auscultations selon quatre types de zones et méthodes est préconisé:

- Sur le fuseau élargi du projet, un nivellement topographique de précision de quelques points et des bâtis identifiés est conduit à intervalle régulier. De plus, les bâtis sensibles sont aussi suivis par le biais de tiltmètres ou d'électronivelles et, dans le cas où le bâti est fissuré, des fissuromètres permettent de suivre l'état de la fissuration ;

- Dans la zone d'influence du tunnel, des sections de nivellement sont mises en place perpendiculairement au tracé et à intervalle régulier. Ces points topographiques sont relevés régulièrement sur l'ensemble du tracé et des mesures renforcées sont effectuées en amont et en aval de la roue de coupe lors du passage du tunnelier ;

- À l'approche des points de passage particuliers, des sections de mesures renforcées doivent être mises en place. Ces sections couplent un nivellement de précision avec des tassomètres multiples et des inclinomètres. Les données sont automatiquement acquises et traitées, ce qui permet d'analyser les conséquences du passage du tunnelier et d'adapter au mieux les paramètres de creusement pour le passage des ouvrages sensibles ;

- Pour les points durs, pour lesquels un contrôle renforcé et continu est nécessaire, un contrôle topographique continu (3D Monitoring) doit être mis en place. Il s'agit d'un nivellement de précision automatique, intégrant l'acquisition et le traitement des données en plus d'un système d'alerte automatique. Ce contrôle permet une grande réactivité en cas de franchissement des seuils d'alerte.

Cette mesure permettra d'éviter les interactions non voulues entre le projet et les réseaux, infrastructures et fondations non identifiées au stade de la présente étude d'impact.

7.4. Impacts et mesures en phase exploitation

7.4.1. Impacts sur l'occupation du sous-sol

Les incidences du projet en phase exploitation étant issues essentiellement des vibrations émises par le passage des rames de métro dans les tunnels, elles sont décrites dans le chapitre relatif aux impacts vibratoires en exploitation de la présente étude d'impact.

7.4.2. Mesures

Le monitoring géotechnique mis en place en phase travaux sera prolongé au moins sur la période de démarrage de la phase d'exploitation pour s'assurer de l'absence d'effets résiduels en cours d'exploitation.

7.5. Synthèse des impacts et des mesures concernant l'occupation du sous-sol

Les ouvrages et fondations présents dans le sous-sol sont les cibles d'impacts localisés. En effet, les désordres engendrés dans le sous-sol ont, sauf exception, des effets négatifs faibles à forts sur ces ouvrages.

Les principaux impacts sur les réseaux correspondent à :

- La destruction et/ou la dégradation des réseaux, des infrastructures et des fondations de bâtiments directement par atteinte à ces derniers, tout le long du tracé ;
- Indirectement, aux fuites des différents réseaux et collecteurs entrainant d'éventuelles pollutions, émanations et explosions susceptibles de porter atteintes à l'environnement proche et à la santé humaine des intervenants sur chantier ;
- Indirectement, au dérangement du sous-sol et mouvements entraînants fissurations, effondrements, voire ruptures.

Les principales mesures mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les impacts précitées sont les suivantes :

- Les méthodes constructives liées au projet, évitant les dérangements du sous-sol notamment liés aux mouvements de terrain et aux variations de la piézométrie des nappes ;
- La consultation systématique des gestionnaires de réseaux préalablement aux travaux ;
- Aux missions géotechniques approfondies permettant une meilleure caractérisation des propriétés du sous-sol. Sur certains secteurs, le contexte local conduira à poursuivre ces suivis en phase exploitation de manière à pouvoir prendre les dispositions nécessaires pour intervenir le cas échéant ;
- À procéder à une collaboration entre maîtres d'ouvrage concernant les projets tiers avoisinants identifiés.

En cas de dégâts non évitables, notamment concernant les fondations de bâtis, des mesures compensatoires d'indemnisation et/ou de relogement seront à prévoir.

Pour rappel, le niveau d'impact sur les différentes infrastructures souterraines interceptées ou situées à proximité du projet peut être hiérarchisé comme suit.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Infrastructure éloignée du tracé des tunnels et des émergences et située au-delà de la zone d'impacts potentiels	Infrastructure située à proximité des tunnels et /ou des émergences qui ne nécessite pas la mise en place de mesures particulières de génie civil	Infrastructure située à proximité des tunnels et /ou des émergences qui nécessite la mise en place de mesures particulières (confortement, etc.)	Infrastructure située à proximité des tunnels et /ou des émergences qui subit un impact direct du fait de sa situation et nécessite un dévoiement ou des mesures lourdes de réduction des impacts

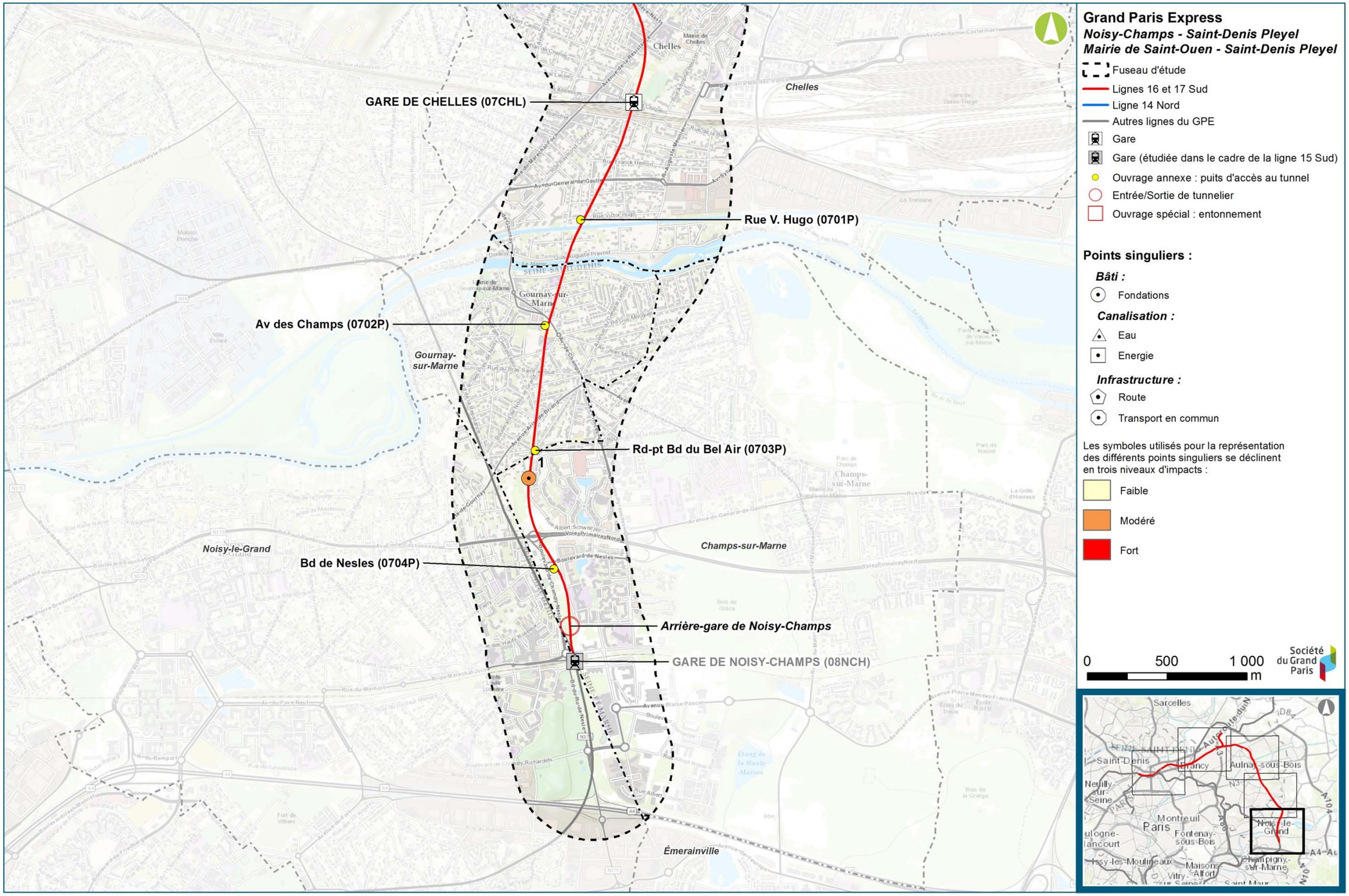
Le tableau page suivante récapitule l'ensemble des ouvrages concernés ainsi que les impacts et mesures associés.

Secteur	Ouvrage	Nature de l'impact	Numéro du point singulier	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Tunnel à proximité de l'OA 0703P	Fondations de bâtiments	1	Modéré	Mesure de traitement à définir	Nul	Non nécessaire
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Tunnel à proximité de l'OA 0604P	Fondations de bâtiments	2	Modéré	Confortement	Nul	Non nécessaire
	OA 0603P	Canalisation de transport de gaz	3	Modéré	Réalisation d'une dalle de renforcement	Nul	Non nécessaire
	Gare de Clichy - Montfermeil	Canalisation d'eau	4	Fort	Dévoiement	Nul	Non nécessaire
	Tunnel à proximité de la gare de Clichy - Montfermeil	Fondations de bâtiments	5	Modéré	Confortement	Nul	Non nécessaire
Secteur Sevran - Livry / Sevran-Beaudottes	Gare de Sevran - Livry	Canalisation de transport de gaz	6	Fort	Interruption temporaire de la canalisation	Nul	Non nécessaire
		Infrastructures de transport d'électricité	7	Fort	Relocalisation du poste de répartition	Nul	Non nécessaire
	Tunnel entre la gare de Sevran – Livry et l'OA 0401P	Fondations de bâtiments	8	Modéré	Confortement	Nul	Non nécessaire
	Gare de Sevran-Beaudottes	Infrastructures de transport souterraines	9	Modéré	Injections de collage et/ou des terrains au niveau des piédroits prévues dans la conception.	Nul	Non nécessaire
	Tunnel entre l'OA 0303P et la gare d'Aulnay	Fondations de bâtiments	10	Modéré	Confortement prévu (Etrésillonner une partie du bâtiment)	Nul	Non nécessaire
	Tunnel entre les OA 0302P et 0301P	Canalisation d'eau	11	Faible	Mise sous surveillance	Nul	Non nécessaire
	Tunnel à proximité de l'OA 0301P	Fondations de bâtiments	12	Modéré	Confortement	Nul	Non nécessaire
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Gare d'Aulnay	Canalisation de gaz	13	Fort	Interruption temporaire de la canalisation	Nul	Non nécessaire
	Tunnel entre la gare d'Aulnay et l'OA 0202P	Canalisation de gaz	14	Fort	Interruption temporaire de la canalisation	Nul	Non nécessaire
		Canalisation d'eau	15	Faible	Surveillance particulière de l'ouvrage	Nul	Non nécessaire
	OA 0201P	Canalisation d'eau	16	Fort	Dévoiement	Nul	Non nécessaire
	Tunnel entre l'OA 0201P et la gare du Blanc-Mesnil	Canalisation d'eau	17	Faible	Surveillance particulière de l'ouvrage	Nul	Non nécessaire
	Tunnel entre l'OA 0101P et la gare du Bourget RER	Fondations de bâtiments	18	Modéré	Confortement	Nul	Non nécessaire
		Fondations de bâtiments	19	Modéré	Confortement	Nul	Non nécessaire
	Gare du Bourget RER	Canalisation d'eau	20	Fort	Reconstruction et renforcement	Nul	Non nécessaire
		Canalisation de gaz	21	Faible	Mesure de traitement à définir	Nul	Non nécessaire
		Infrastructures de transport d'électricité	22	Fort	Dévoiement	Nul	Non nécessaire

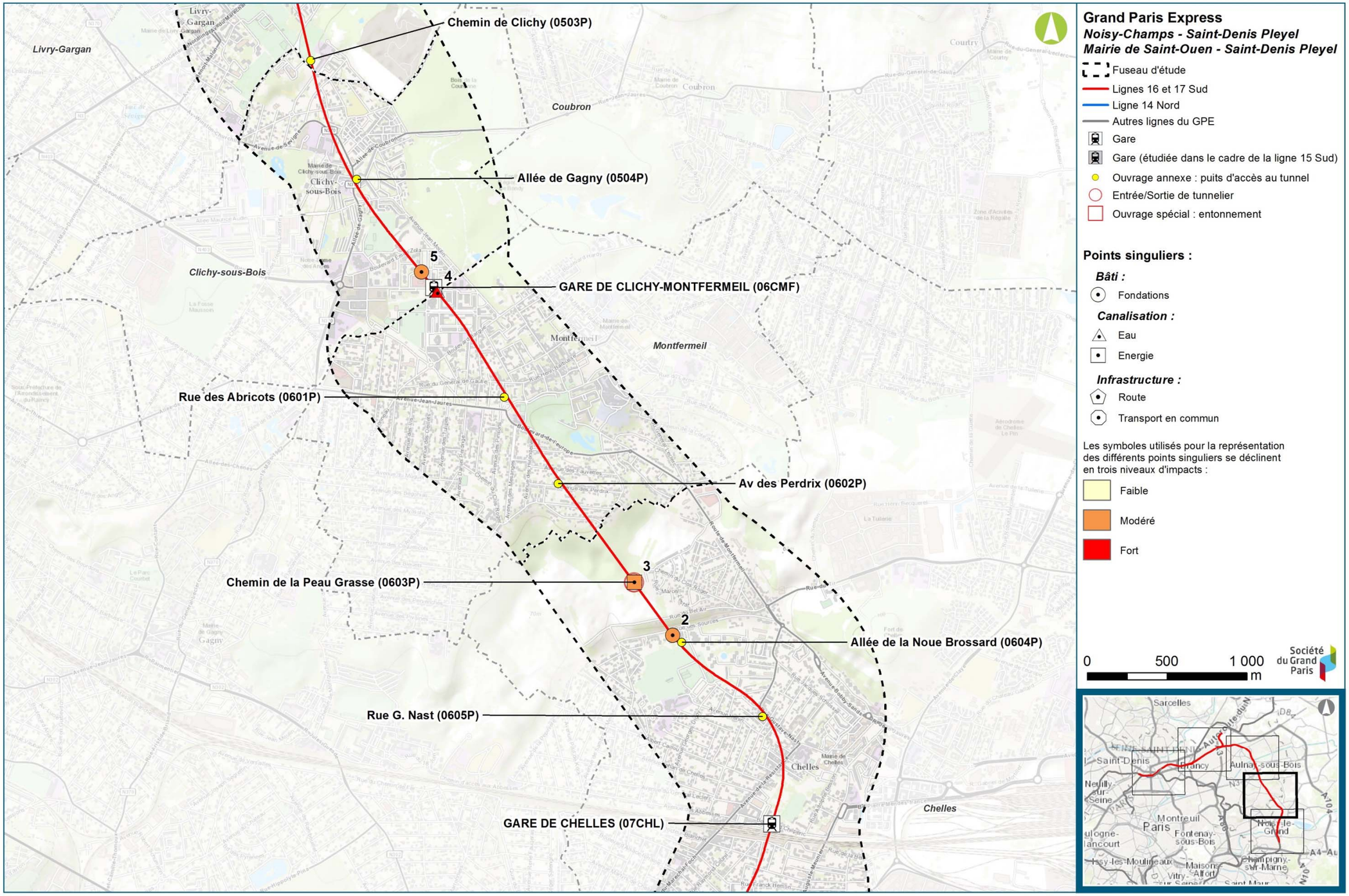
Secteur	Ouvrage	Nature de l'impact	Numéro du point singulier	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Tunnel entre l'OA 3401P et la gare du de La Courneuve « Six Routes »	Canalisation d'eau	23	Fort	Confortement et surveillance particulière des ouvrages	Nul	Non nécessaire
	Tunnel entre la gare de La Courneuve « Six Routes » et l'OA 3304P	Fondations de bâtiments	24	Faible	Instrumentation renforcée et sécurisation du bâti	Nul	Non nécessaire
	Tunnel entre les OA 3304P et 3303P	Fondations de bâtiments	25	Modéré	Renforcement par le biais d'écrans au niveau des fondations	Nul	Non nécessaire
		Canalisation d'eau	26	Faible	Surveillance particulière de l'ouvrage	Nul	Non nécessaire
	OA 3303P	Infrastructures de transport de pétrole	27	Faible	Localisation du puits ajustée pour garder une bande de 4 m minimum entre la canalisation et le puits	Nul	Non nécessaire
		Infrastructures de transport	28	Modéré	Confortement des terrains et surveillance particulière de l'ouvrage	Nul	Non nécessaire
	Tunnel entre les OA 3302P et 6301P	Infrastructures de transport	29	Faible	Instrumentation renforcée de l'ouvrage	Nul	Non nécessaire
	Tunnel entre l'OA 6301P et la gare de Saint-Denis Pleyel	Infrastructures de transport en commun	30	Faible	contrôle régulier de la géométrie des voies et reballastage des voies après chaque passage de tunnelier	Nul	Non nécessaire
	Tunnel entre la gare de Saint-Denis Pleyel et l'OA 3300P	Fondations de bâtiments	31	Modéré	Confortement structurel et sécurisation du bâtiment	Nul	Non nécessaire
		Fondations de bâtiments	32	Faible	Mise en place de filets devant les façades, platelage pour protéger les circulations extérieures et pose de films sur les baies vitrées.	Nul	Non nécessaire
		Infrastructures de transport souterraines	33	Modéré	Confortement par injection	Nul	Non nécessaire

Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis de l'occupation du sous-sol (Egis, 2016)

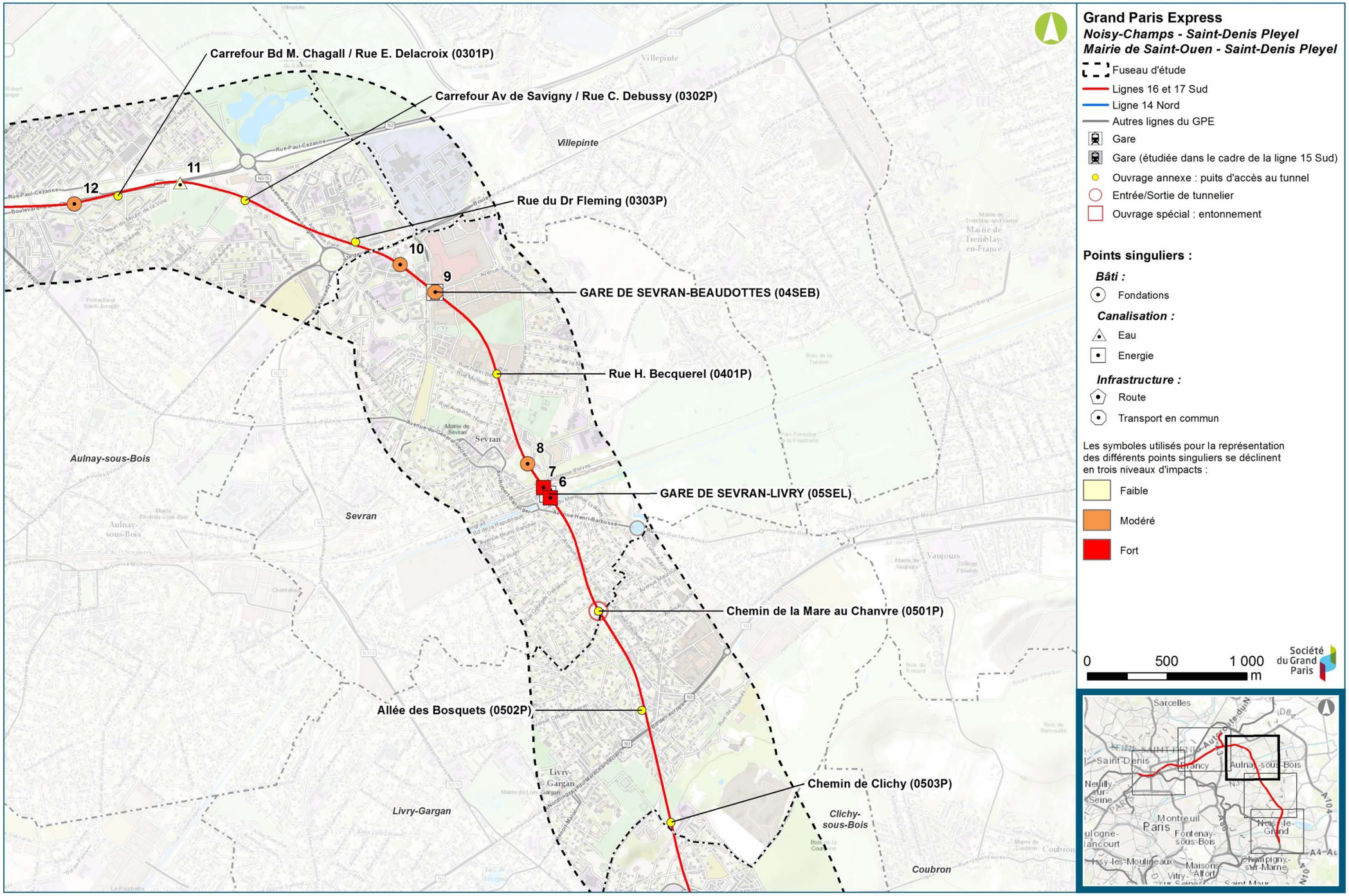
La carte page suivante illustre cette synthèse des impacts sur l'occupation du sous-sol.



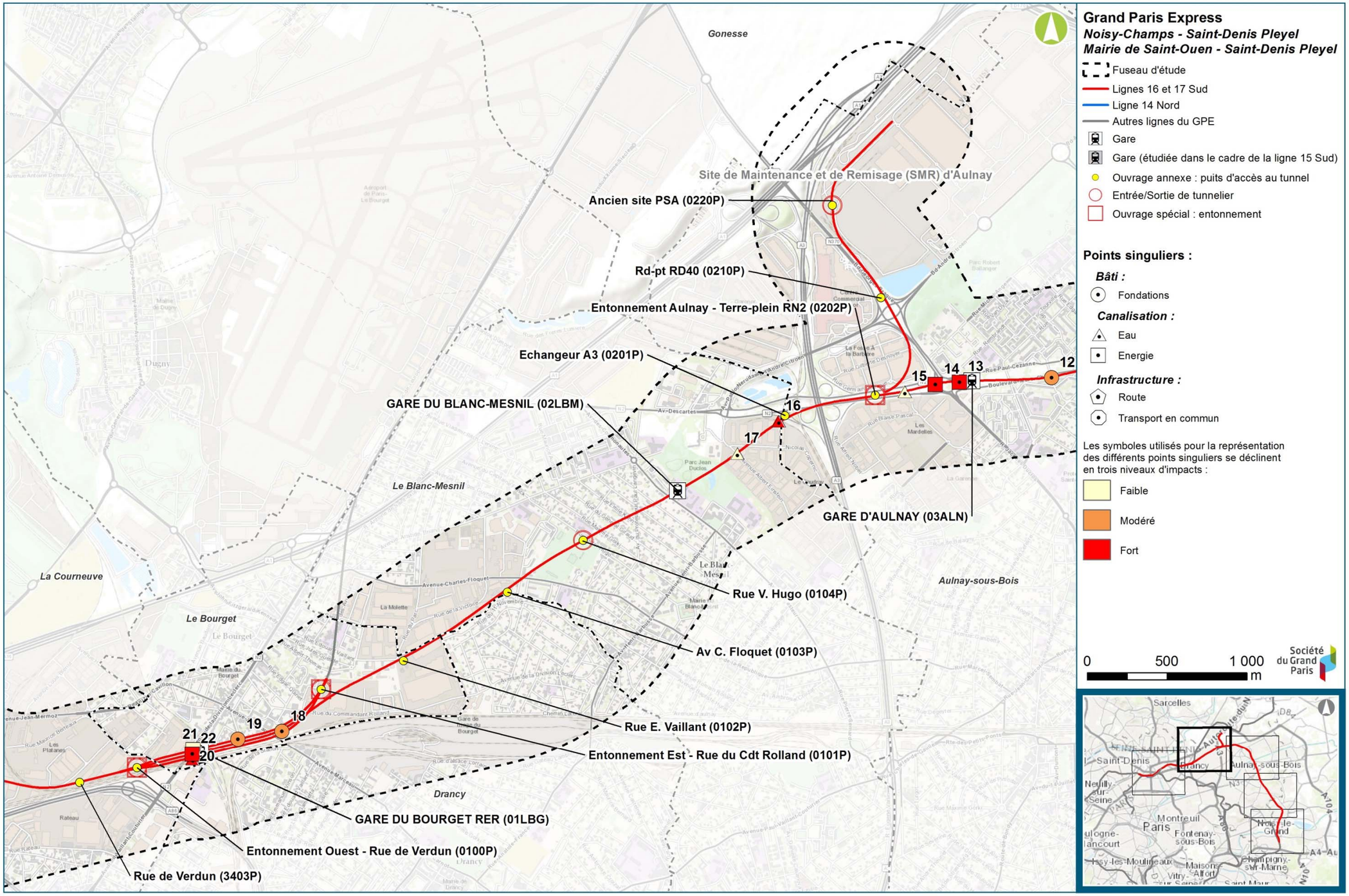
Synthèse des impacts concernant l'occupation du sous-sol - Secteur Noisy-Champs / Chelles (: Egis/tractebel, 2016)



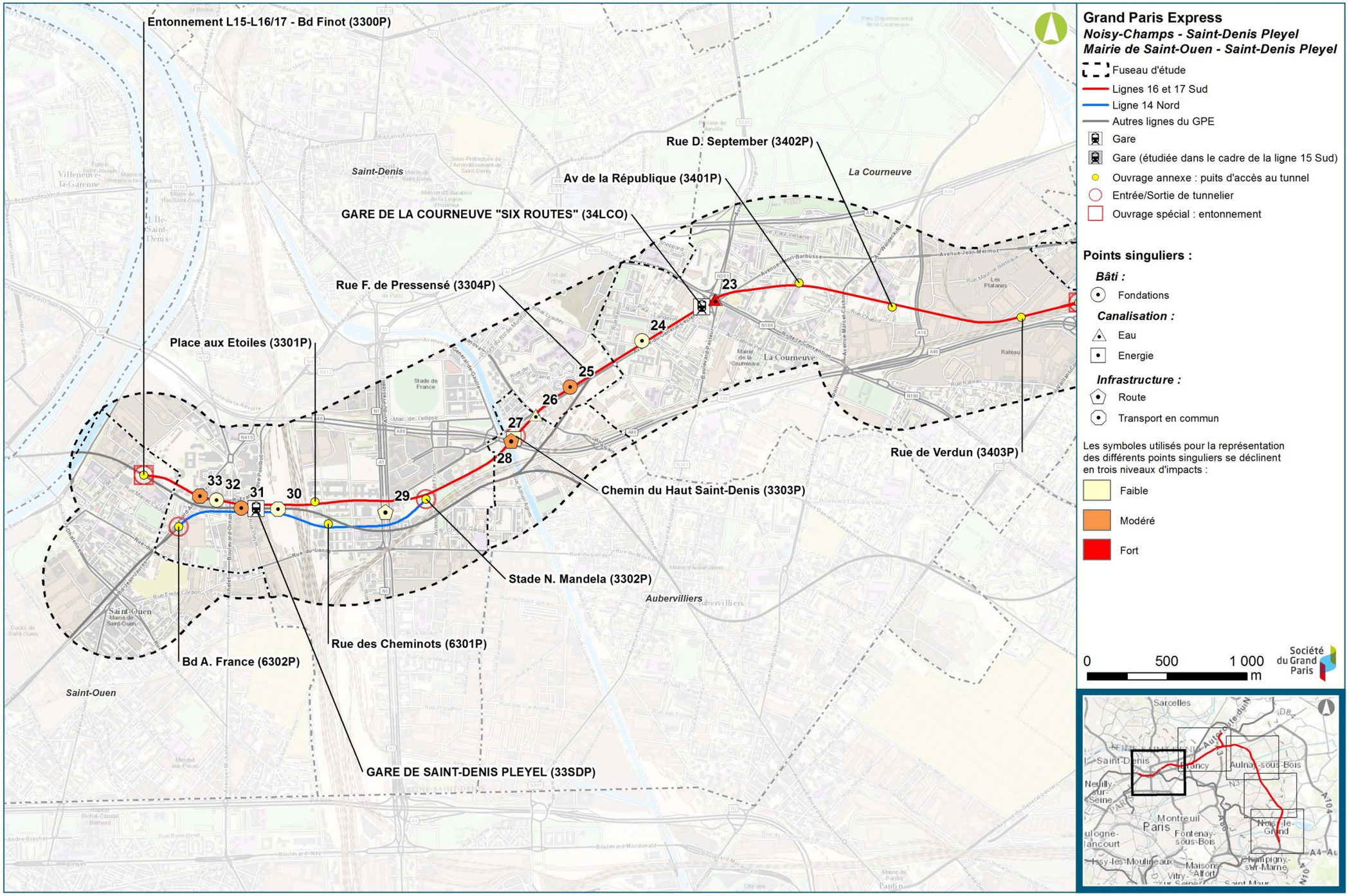
Synthèse des impacts concernant l'occupation du sous-sol - Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil (Egis/tractebel, 2016)



Synthèse des impacts concernant l'occupation du sous-sol - Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes (Egis/tractebel, 2016)



Synthèse des impacts concernant l'occupation du sous-sol - Secteur Aulnay / Le Bourget RER (Egis/tractebel, 2016)



Synthèse des impacts concernant l'occupation du sous-sol - Secteur La Courneuve "Six Routes" / Saint-Denis Pleyel (Egis/tractebel, 2016)

8. Gestion des terres et milieux pollués

8.1. Gestion des déblais

Les informations relatives à la mise en dépôt des déblais seront fournies ultérieurement dans le cadre de procédures complémentaires. Le présent chapitre fait état des données et informations disponibles à date d'édition du dossier de demande d'autorisation. Les plateformes de tri et de caractérisation des déblais « déportées », c'est-à-dire disjointes des emprises travaux du projet de ligne 16, ne font pas partie de la présente demande d'autorisation unique, la réflexion sur ces plateformes n'étant pas aboutie. Ces dernières feront donc l'objet de procédures administratives d'autorisation ultérieures et disjointes en fonction des décisions prises par la SGP sur la base des études en cours.

Les résultats de ces études, en cours de réalisation, ainsi que les décisions prises par la Société du Grand Paris, seront transmis au service de la police de l'Eau six mois avant la réalisation des travaux concernés (à savoir la réalisation des plateformes de tri et de caractérisation des déblais).

Dans le cadre de la réalisation des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, plusieurs chantiers seront conduits en parallèle et se traduiront par l'excavation d'une quantité importante de terre, polluées ou non. Ces déblais ne pourront pas toujours être gérés sur site et devront alors être évacuées hors du chantier, selon la réglementation sur les déchets et les documents de planification en vigueur. Il s'agit de définir les conditions en matière de gestion des déblais et des milieux pollués garantissant la protection de la santé humaine et de l'environnement.

8.1.1. La planification et la définition des orientations de gestion des matériaux excavés engagées par la Société du Grand Paris

Dès le lancement du programme du Grand Paris Express, la Société du Grand Paris s'est engagée dans une démarche de planification de la gestion des déblais issus des travaux en prenant en compte l'ensemble du processus de gestion, de la production à la destination finale de ces terres en passant par la logistique de transport. Ces réflexions, déclinées pour chaque ligne, ont été traduites dans un document spécifique, le Schéma directeur d'évacuation des déblais (SDED), réalisé en 2013.

Le SDED est un document de cadrage qui définit les engagements du maître d'ouvrage et fixe les grands principes de gestion des déblais issus de la construction des lignes du Grand Paris Express. Ces principes ont été déclinés dans les études de projet par la maîtrise d'œuvre et seront traduits dans les cahiers des charges des marchés publics de travaux pour la réalisation des chantiers par l'intégration de clauses spécifiques.

La stratégie de gestion prévue et formalisée dans le SDED s'articule autour de cinq orientations principales :

- **Privilégier les modes de transports alternatifs** (fluvial et ferré) et **établir une logistique durable de l'évacuation des déblais** (massification des flux, recherche de solutions innovantes, mise en place d'outils logistiques spécifiques) ;
- **Favoriser un transport routier plus productif**, **respectueux de l'environnement** et plus sécurisé en recherchant la maîtrise de l'empreinte environnementale du transport routier et l'amélioration de la sécurité ;
- **Assurer une gestion rationnelle et économe des déblais** en limitant le stockage définitif des terres inertes notamment, en recherchant toutes les voies de valorisation et en traitant spécifiquement et le plus tôt possible les terres polluées ;
- **Développer la synergie entre les acteurs et le territoire** afin de préparer l'arrivée des chantiers, accompagner leur bon déroulement, valoriser les opportunités offertes, notamment dans le cadre de projets de développement local et contribuer au développement des territoires ;
- **Organiser le suivi opérationnel des chantiers** en adaptant si besoin le Schéma directeur sur la durée des chantiers et en l'inscrivant dans une démarche « qualité-évaluation ».

Les principes de gestion des déblais à partir de chaque site de production sont affinés au fur et à mesure des étapes du projet. En phase de maîtrise d'œuvre, la Société du Grand Paris s'est adjointe les conseils d'un assistant à maîtrise d'ouvrage spécialisé en logistique et en gestion des déblais, afin d'aller plus loin dans la démarche de planification et pour concevoir des scénarios de gestion adaptés aux territoires d'implantation des projets.

Ce travail engagé s'articule autour de quatre axes principaux :

- La maîtrise du contexte règlementaire de la gestion des terres excavées, et notamment de ces évolutions ;
- La définition plus fine des caractéristiques physico-chimiques des déblais, d'une part pour préciser site par site les quantités de déblais non inertes et d'autres part pour estimer les possibilités de valorisation et de réemploi en matériaux de construction. La méthodologie mise en œuvre est détaillée dans la suite du chapitre ;
- La structuration de la gestion des terres afin de maîtriser et développer les filières (recyclage, traitement, valorisation, stockage, transport) à des échelles adaptées au projet du Grand Paris Express et maitriser la traçabilité ;
- L'implication du maître d'ouvrage dans l'élaboration des marchés de travaux pour cadrer la planification des entreprises.

L'application de ces principes et objectifs pour les lignes 16, 17 sud et 14 Nord est détaillée dans les paragraphes ci-dessous.

8.1.2. L'excavation des déblais

8.1.2.1. Estimation des volumes

La réalisation du projet de métro souterrain des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sera à l'origine de la production de déblais liés d'une part au creusement des tunnels par la technique des tunneliers et, d'autre part aux travaux de terrassement des gares et autres ouvrages émergents nécessaires au fonctionnement de la ligne.

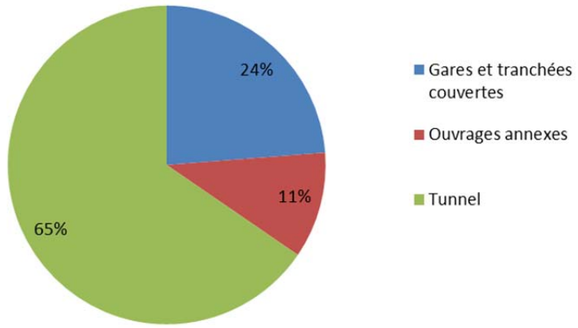
L'utilisation de tunneliers nécessite la création en phase travaux d'ouvrages spécifiques, les puits d'entrée de tunnelier (également appelés puits d'attaque) permettant de descendre et d'assembler les éléments des tunneliers pour démarrer le creusement. C'est à partir de ces sites que les déblais générés par le creusement du tunnelier sont extraits. De la même façon, des puits de sortie de tunneliers doivent être prévus afin de pouvoir démonter le tunnelier une fois le

creusement terminé. La cinématique de creusement du linéaire du tunnel à partir de ces puits est schématisée sur la carte en page suivante.

Chaque site (gare, puits d'entrée/sortie de tunnelier, ouvrage annexe et entonnement) représente un site de production de déblais. Les quantités de déblais extraits pour chaque type de site de production sont détaillées dans le tableau ci-dessous et localisé sur la carte en page suivante.

Le planning de réalisation du projet prévoit le creusement presque simultané des tunnels du tracé. Une dizaine de tunneliers excavera en même temps, produisant ainsi, dans une même période, un volume imposant de déblais à évacuer.

	Volume
Gares et Entonnements	961 700 m^3
Ouvrages annexes	436 700 m^3
Tunnels	2 649 000 m^3
TOTAL	**4 047 400 m^3**



Estimation de la production de déblais par type d'ouvrage (Source Egis / Tractebel – 2015)

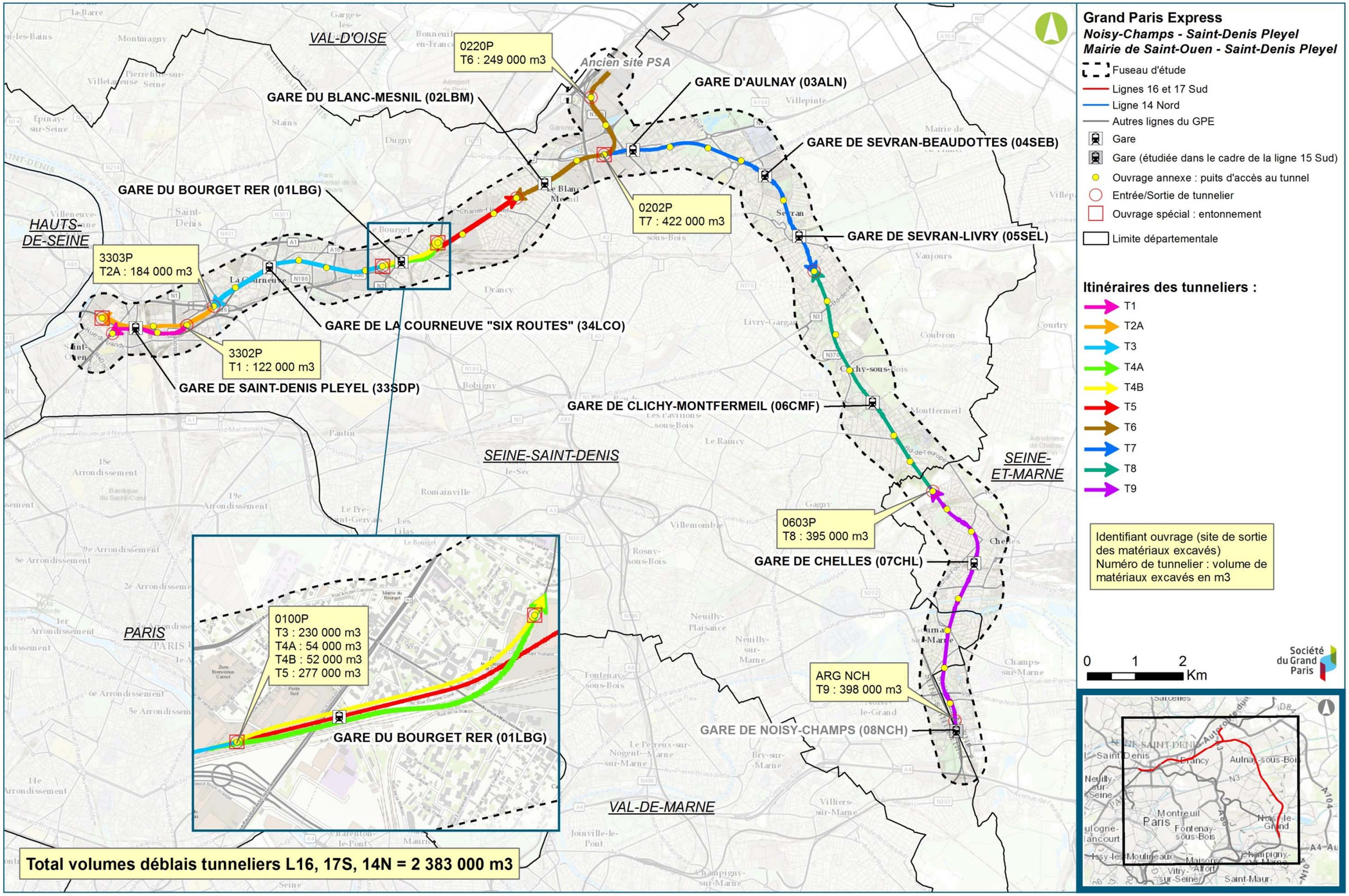
Le volume de déblais à excaver dans le cadre de la réalisation des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est estimé à environ 4,05 millions de m^3, soit plus de 8 millions de tonnes (sur la base d'une densité de 2 t/m^3).

Les principaux travaux générateurs de déblais sont la construction du tunnel qui représente 65 % du volume total et les gares et tranchées couvertes avec 24 % du volume. Le reste des déblais provient essentiellement de la réalisation des ouvrages annexes. La répartition des modes d'extraction s'effectue de cette façon :

	Mode d'extraction des matériaux	
Terrassements à l'air libre	1 398 400 m^3	35 %
Tunnelier	2 649 000 m^3	65 %

Répartition des volumes de déblais par mode d'extraction (Source Egis / Tractebel – 2015)

La carte page suivante présente la synthèse des volumes de déblais excavés par tunnelier, ce qui représente 65% de la totalité des matériaux extraits pour la réalisation du projet.



Volumes de matériaux excavés par tunneliers (Egis / Tractebel, 2016)

8.1.2.2. Mesures retenues en conception pour réduire les volumes excavés

Toutes les mesures destinées à limiter les risques et nuisances potentiels pour les riverains et l'environnement et à en réduire la durée font partie intégrante de la réflexion engagée par la Société du Grand Paris.

La première étape dans la conception du projet a consisté à réduire la quantité des volumes à excaver. Cela se traduit essentiellement par :

- **Le choix de l'utilisation de la technique du tunnelier** : cette méthode mécanique permet d'éviter la réalisation de tranchées et l'excavation des terres depuis la surface dans un contexte d'insertion urbaine dense. Elle permet de réduire le linéaire du tunnel reliant les gares car sa construction n'est pas contrainte par le bâti de surface. Seuls les volumes de la section du tunnel sont à excaver.

- **L'optimisation du dimensionnement des ouvrages** : la conception, le dimensionnement et les principes de réalisation des ouvrages ont été adaptés et affinés dans les différentes phases d'étude du projet afin de réduire les volumes à excaver (remontée du niveau des tunnels pour réduire la profondeur des gares, réduction de la longueur des gares …). Ainsi, entre les études préliminaires et l'AVP-b, le volume global à excaver a pu être réduit.

- **La mutualisation des ouvrages** : la Société du Grand Paris a cherché autant que possible à mutualiser la création des puits d'attaque/sortie de tunnelier avec les ouvrages destinés à rester en service lors de la phase d'exploitation pour éviter la production de déblais supplémentaires. Ces puits ont ainsi pu être intégrés aux volumes des boites gares ou pourront être réutilisés en phase d'exploitation comme ouvrage annexe.

8.2. Impacts liés à la qualité des déblais excavés et mesures associées

8.2.1. État des connaissances de la qualité du sous-sol et des déblais associés

Dans la zone d'étude restreinte, urbanisée de longue date existe un risque de découverte de sols pollués par l'activité humaine dans les horizons superficiels du sol, principalement en lien avec les travaux des gares et autres ouvrages du projet construits depuis la surface.

8.2.1.1. Pollution d'origine anthropique

L'analyse, dans l'état initial, des données issues des études disponibles (réalisées par le bureau d'études IDDEA), mais également la consultation des bases de données publiques BASOL et BASIAS, des photographies aériennes anciennes de l'IGN (site internet Géoportail) et les études environnementales réalisées au droit de sites à proximité du tracé, ont mis en évidence les enjeux liés à la pollution des terrains de surface.

Ils sont principalement localisés au niveau **d'anciennes activités industrielles** situées autour de Saint-Denis et Saint-Ouen (extrémité Ouest du projet). De même, des installations polluantes de type : garage automobiles, station-service, ancien terminal TRAPIL ou diverses anciens sites industriels, localisées à proximité du projet, accroissent le risque de découvrir des sols pollués sur les communes suivantes : Chelles, Sevran, Le Bourget, La Courneuve ou Aubervilliers.

Les sites identifiés comme présentant une pollution anthropique des sols sont présentés dans le tableau suivant :

Communes	Ouvrages	Impacts identifiés dans les sols
Chelles	Gare CHL	Impact modéré par des hydrocarbures C10-C40 (540 mg/kg MS) entre 28 et 32 m de profondeur Impact modéré par des HAP (69,5 mg/kg MS) entre 0 et 0,5 m de profondeur
Sevran	Gare SEL	Impact hydrocarbures C10-C40 (720 mg/kg MS) et HAP (168 mg/kg MS) au droit de la boite gare entre 0 et 1,5 m de profondeur Impact non délimité latéralement - forte teneur en HAP
Le Blanc-Mesnil	Gare LBM	Impact hydrocarbures C10-C40 (4100 mg/kg MS) de 3,2 à 6,4 m de profondeur (SO), dimensionné verticalement mais pas latéralement
Le Bourget	0101P	Impact des sols par des COHV de 0,6 à 1,5 m, non dimensionné verticalement et latéralement, en limite de la boite de l'ouvrage
Le Bourget	Gare LBG	Activités potentiellement polluantes identifiées sur le site, mais absence de diagnostic exhaustif (pas d'accès au bâtiment) Impact modéré par des hydrocarbures dans les sols en profondeur à 17-23 m (630 mg/kg MS en C10-C40) Odeur d'hydrocarbures relevées dans les sols en profondeur (zone saturée) vers 20 m - probablement pollution nappe
La Courneuve	Gare LCO	Impact significatif par des hydrocarbures C10-C40 dans les sols de 0 à 6 m de profondeur en partie Ouest de la boite gare et en dehors de celle-ci Fractions majoritaires d'hydrocarbures C10-C12 volatils - pas d'analyses des hydrocarbures C5-C10 - hydrocarbures volatils type gasoil Impact non délimité verticalement au-delà de 6 m et latéralement Contamination résiduelle après excavation de la boite gare, en limite Ouest - Risque de volatilisation de polluants dans la boite gare
Saint-Denis	3304P	Impact par des HAP (50 mg/kg MS) entre 0 et 2,4 m de profondeur à proximité de la boite de l'ouvrage Impact modéré, non délimité verticalement et latéralement
Aubervilliers	3303P	Ancien terminal TRAPIL de pompage d'hydrocarbures Au droit de l'ouvrage: impact des Sols par des hydrocarbures C5-C10 volatils, des BTEX et des hydrocarbures C10-C40 entre 1et 1,5 m de profondeur et impact par des HCT C10-C40 (1700 mg/kg MS) à 5 m de profondeur (non délimité) Ces sols seront purgés lors des excavation pour la création du puits Des incertitudes existent sur la qualité des sols sut le reste de la boite de l'ouvrage - présence suspectée de polluants volatils
Saint-Denis	6301P	Impact par des hydrocarbures C10-C40 (1000 mg/kg MS) et des HAP (130 mg/kg MS) de 0 à 1,5 m de profondeur -seul sondage réalisé au droit de l'ouvrage Non délimité latéralement
Saint-Denis	Gare SDP	4 zones de sols impactés par des hydrocarbures C10-C40 (pas d'analyses des hydrocarbures volatils C5-C10): entre 650 et 4300 mg/kg MS Impacts entre 1 et 5 m de profondeur Impacts non délimités latéralement / Toutes les installations-activités potentiellement polluantes n'ont pas été investiguées faute d'accès aux bâtiments, diagnostic non exhaustif Activités industrielles au droit du site - nombreuses sources potentielles de pollution

Sites présentant un risque fort à très fort de contamination anthropique des sols (Source Egis / Tractebel – 2016)

Les sections de tunnels identifiées comme présentant une pollution anthropique des sols sont présentés dans le tableau suivant :

Tunneliers	Origine de la pollution potentielle
TBM 9	Impact par des hydrocarbures en profondeur dans les Marnes et caillasses au droit de la gare de Chelles sur l'axe du tunnel en limite de la boite gare. Zone contaminée non dimensionnée, impact potentiel des déblais de tunnelier dans cette zone
TBM 8, 7, 6, 5	Absence de pollution anthropique identifiée dans les horizons des tunneliers
TBM 4B, 4A	Pas d'analyses de sols disponibles sur cette section de tunnelier mais impacts dans les SB sur les ouvrages de la gare LBG et de l'entonnement Est. Secteur industriel, risque pollution anthropique.
TBM 3	Absence de pollution anthropique identifiée dans les horizons du tunnelier, d'après les données disponibles
TBM 2B	Au droit de l'ouvrage 6401P, puits d'entrée du tunnelier et sur la section un peu plus à l'Ouest, pollution significative des terrains en profondeur même si les analyses réalisées sur 2 sondages indiquent que l'horizon traversé par le tunnelier n'est pas impacté. Pollution importante des nappes SO et SB dans le secteur (phase flottante hydrocarburée sur la nappe des SO). Secteur de la gare SDP suspecté contaminé mais peu de données sur les sols en profondeur
TBM 2A	Une forte pollution des terrains dans l'horizon du tunnel de la ligne 16 est suspectée sur une petite section immédiatement à l'Ouest du canal Saint-Denis. Cette contamination entre 17 et 27 m de profondeur dans les Sables de Beauchamp, par des hydrocarbures et probablement des solvants (type BTEX et/ou COHV) volatils est très probablement liée à l'ancien site industriel TOTAL Solvants sur lequel une dépollution des sols est en cours. La nappe dans tout le secteur (fort passif industriel) est contaminée par des hydrocarbures et des solvants chlorés. Secteur de la gare SDP suspecté contaminé mais peu de données sur les sols en profondeur.
TBM 1	Zone de la gare SDP potentiellement contaminée hors boite : les sables de Beauchamp (SB) et les Marnes et Caillasses (MC) traversés par le tunnel sont considérés partiellement pollués Nappe SO/SB/MC contaminée par des COHV dans le secteur du 3302P et du 6301P

Sections de tunnelier présentant un risque fort à très fort de contamination anthropique des sols (Source Egis / Tractebel – 2016)

Les ouvrages ont pu être classés en différentes catégories vis-à-vis de l'enjeu concernant la pollution potentielle des sols de surface due aux activités présentes / actuelles recensées. Cette classification est présentée sous forme d'une cartographie dans les pages suivantes. Les polluants anthropiques pouvant avoir impacté le sous-sol sont notamment les suivants:

- **des métaux et métalloïdes**, qui sont peu mobiles dans les sols et sont donc principalement localisés dans les horizons de surface ;
- **des hydrocarbures**, qui peuvent migrer en profondeur et impacter la nappe en surface ;
- **des solvants halogénés chlorés (COHV)** qui peuvent migrer en profondeur à travers les sols et les eaux souterraines et s'accumuler à la base des nappes.

Les volumes de terres issues du creusement du tunnel situées sous le niveau de la nappe à une profondeur conséquente présentent un risque de pollution anthropique moins important que les horizons de surface. Les déblais extraits pour la construction, depuis la surface, des ouvrages avec émergences ou des sections de tunnel construites en tranchée couverte sont en revanche plus susceptibles d'être pollués.

Cependant, certaines études environnementales réalisées au droit de parcelles localisées à proximité ou à l'aplomb du tunnel permettent d'identifier des zones du tronçon « à risque » au même titre que pour les ouvrages en tranchée ouvertes.

En effet, la section de tunnel de la ligne 16 située immédiatement à l'Ouest du canal Saint-Denis, se trouve au droit d'un ancien site industriel TOTAL Solvants dont la nappe et les sols profonds sont pollués par des hydrocarbures. Une analyse de sols réalisée par GINGER sur un échantillon de carotte géotechnique localisée le long du canal a notamment montré de fortes teneurs en hydrocarbures (jusqu'à 30 000 mg/kg MS pour un seuil ISDI de 500 mg/kg MS) jusqu'à 27 m de profondeur, dans l'horizon des sables de Beauchamp traversé par le tunnelier.

La nappe de l'Eocène ayant été fortement exploitée au 20ème siècle, cette dernière a fait l'objet de pompages intensifs et le niveau de la nappe était alors plus profond que le niveau actuel. Les pollutions ont alors pu migrer en profondeur sous le niveau actuel de la nappe. Il est donc possible que des sols en profondeur, dans la zone saturée (sous le niveau de la nappe) soient encore impactés (polluants adsorbés sur les sols).

8.2.1.2. Pollution d'origine naturelle

Terrains gypseux

Il existe une problématique autre que celle des pollutions anthropiques des sols et/ou de la nappe, il s'agit de la présence de terrains gypseux et ainsi naturellement riches en sulfates (notamment au sein des formations du Calcaire de Saint-Ouen, des Sables de Beauchamp, des Marnes et Caillasses du Lutécien, et des Masses et Marnes de gypse), qui devront faire l'objet d'une gestion spécifique, l'exutoire devant être adapté à ce type de matériaux (ex : comblement de carrières de gypse ou carrières en fin de vie avec faible sensibilité environnementale au niveau des eaux souterraines : ISDND+).

Une alternative à l'ISDND envisagée pour ce type de déblais (terrain naturel non pollué mais riche en sulfates) est le comblement de carrières de gypse. Pour cela, il faut que la teneur en sulfates représente plus de 50 % de la fraction soluble. Notons que cette solution de gestion des terres sulfatées est conforme à la démarche préconisée par la loi Grenelle 2, qui est de privilégier les solutions de valorisation des terres avant d'envisager des mises en stockage.

Au stade de l'AVPb et des analyses déjà disponibles sur les sols profonds au droit du tronçon, il est possible de mentionner déjà que la grande majorité de ces déblais ne pourra pas être considérée comme inerte. En effet, une partie des terrains en profondeur sont reconnus comme gypsifères naturellement riches en sulfates et présentent donc des dépassements du seuil ISDI pour les sulfates.

D'après les analyses disponibles, le profil des horizons de sols présentant des teneurs élevées en sulfates correspond notamment aux argiles vertes (GV), aux sables de Beauchamp (SB), aux Masses et Marnes du Gypse (MFL) ainsi qu'aux Marnes à Pholadomies (MPH).

L'horizon des Marnes d'Argenteuil (MA) présente également de fortes teneurs en sulfates. Cependant, cet horizon principalement atteint pour les ouvrages localisés entre Sevran-Livry et Noisy-Champs, présente également des teneurs en fluorures et ponctuellement en sélénium sur lixiviat supérieures au seuil ISDI ne permettant pas l'envoi des déblais en comblement de carrière de Gypse et classant le déchet comme éligible soit à une élimination en ISDND soit à un

traitement spécifique (lavage, tri granulométrique…). Cela est également valable pour l'horizon des Marnes et Caillasses (MC) dans la partie du tronçon de l'OA 0603P à la gare de Chelles.

D'autres éléments chimiques sont naturellement présents dans les horizons de sols profonds. Au regard des résultats d'analyses disponibles, des teneurs en sélénium, molybdène et fluorures sur lixiviat supérieures aux seuils ISDI sont notées.

Pour un certain nombre de ces dépassements, les teneurs restent inférieures à 3 fois le seuil ISDI, ce qui permet d'orienter ces déblais vers une installation de stockage de déchets inertes négociée (ISDI+). Ces ISDI négociées possèdent une dérogation dans leur arrêté préfectoral permettant le stockage de déblais présentant de faibles dépassements de seuil ISDI (inférieurs à 3 fois le seuil) pour les composés sur lixiviat uniquement, il s'agit de comblement de carrières dont le fond géochimique spécifique permet le stockage de certains types de déblais (option de valorisation). Reste alors à définir si les teneurs en métaux lourds sur brut sont compatibles avec le fond géochimique de la carrière.

Présence de sulfates et autres anomalies géochimiques

Comme indiqué pour le cas de l'horizon des Marnes d'Argenteuil, certains dépassements de seuils ISDI dans la limite de 3 fois le seuil, pour les paramètres sélénium, molybdène et fluorures sont observés pour des sols également riches en sulfates et présentant donc d'importants dépassements des seuils ISDI pour les sulfates et la fraction soluble.

Les caractéristiques de ces sols ne permettent pas leur élimination en ISDI+ en raison des forts dépassements en sulfates et fraction soluble (supérieurs à 3 fois le seuil ISDI) et ne permettent pas non plus la valorisation en comblement de carrière de gypse qui n'accepte aucun dépassement de seuil ISDI autre que les sulfates et la fraction soluble.

Ces terres devront être éliminées en ISDND, ne permettant pas leur valorisation et générant un surcoût de gestion.

Au regard des résultats d'analyses des sols disponibles, il apparaît également certains dépassements de seuils ISDI supérieurs à 3 fois le seuil pour le molybdène et le sélénium, ce qui classe automatiquement le déchet en déchet non inerte.

Les résultats d'analyses indiquent la présence de sols nécessitant une élimination en ISDND plus marquée entre Sevran-Beaudottes et Chelles puis de nouveau vers l'ouvrage 0704P.

8.2.1.3. Répartition globale des déblais par filière

Types de dépôts / valorisations envisagés

- Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI – classe 3) lorsqu'il s'agit de terrain naturel non impacté par les activités de surface ou de sols de surface ayant fait l'objet d'analyses des paramètres ISDI et ne présentant pas de dépassement de ces derniers. Ces seuils sont définis par l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 qui abroge l'arrêté du 28 octobre 2010 (seuils inchangés). Certaines filières ISDI peuvent être considérées comme des filières de valorisation des déblais car le comblement d'une carrière en fin de vie, classée en ISDI, peut constituer une opération de réaménagement paysager et donc une option de valorisation, l'objectif dans le cadre du projet du Grand Paris Express étant de privilégier la création de ce type de filière afin d'atteindre des objectifs élevés de valorisation des déblais ;

- Installation de Stockage de Déchets Inertes négociée (« ISDI plus ») lorsqu'il s'agit de terrain naturel non impacté par les activités de surface ou de sols de surface ayant fait l'objet d'analyses des paramètres ISDI et ne présentant que des dépassements allant jusqu'à 3 fois le seuil ISDI (valable uniquement pour les paramètres sur lixiviat). Ces seuils sont définis par l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 ;

- Installation de type « carrière en fin de vie », carrière de gypse avec fond géochimique très élevé en sulfates permettant d'y valoriser les déblais moyennement et fortement sulfatées sous condition que la problématique « non inerte » reste limitée à la seule présence de sulfates (notamment pas de dépassement de seuils ISDI pour les métaux sur lixiviat, fluorures…) ;

- D'autres filières pour certains types de déblais peuvent être évoquées et sont actuellement à l'étude ; elles correspondent à la réutilisation des déblais en matériaux de construction (cimenteries, briqueteries, usine de plâtre…) ou encore au comblement et sécurisation d'anciennes carrières souterraines avec des matériaux sulfatés.

- Une Installation de Stockage de Déchets Non-Dangereux, non inertes (ISDND – classe 2) pour les déblais présentant des dépassements des seuils ISDI supérieurs à 3 fois le seuil autorisé et donc considérés comme non inertes.

- Une Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD – classe 1).

- Afin de déterminer si les terres présentant des impacts sont à éliminer en ISDD, il faut comparer les résultats des analyses des composés:

- D'une part, aux seuils définis par la décision du conseil n° 2003/33/CE du 19/12/02 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges, conformément à l'article 16 et à l'annexe II de la directive 1999/31/CE (seulement pour les composés sur lixiviat et le COT sur brut) ;

- D'autre part, à l'arrêté du 19 janvier 2006 relatif aux décharges existantes et aux nouvelles installations de stockage de déchets ménagers et assimilés (seulement pour les PolyChloroBiphényles (PCB)).

Estimation des quantités de déblais par filières

La quantité et la qualité (inerte ou non, pollué ou non) des terres excavées ont été évaluées par les maitres d'œuvre sur la base du stade des études AVP-b.

Données d'entrée déblais des gares, entonnements et puits

Au droit des futurs ouvrages en tranchée ouverte, des diagnostics de pollution des sols et des eaux souterraines ont soit été réalisés ou sont en cours de réalisation ou sont en cours de définition sur la base des études documentaires, au droit des différents sites des futures gares et ouvrages annexes afin d'identifier la qualité des sols et de la nappe au droit du projet.

Ces études sont menées par le bureau d'études IDDEA mandaté par la cellule DIE de la SGP, selon la norme AFNOR NF X-31-620 de Juin 2011 relatives aux prestations de services dans le domaine des sites et sols pollués. A ce jour, plusieurs études historiques ont été finalisées mais peu de données existent sur la qualité des sols et de la nappe. Les résultats d'investigations sont, pour la plupart des sites, encore non disponibles.

Les hypothèses de répartition des déblais sont basées sur les données disponibles en phase AVP-b au droit des ouvrages en tranchée ouverte. Au stade actuel des études environnementales (diagnostics de pollution), l'estimation des volumes de déblais par type de filière (valorisation, mise en décharge) a été faite à partir des données d'entrée suivantes :

- Analyses des sols et des eaux souterraines réalisées par le bureau d'études GINGER CEBTP dans le cadre des campagnes géotechniques G11 et G12 entre 2012 et 2015 ;
- Analyses des sols issues des carottes géotechniques des campagnes G11 et G12, par l'AMOG ;
- Analyses des sols et des eaux souterraines au droit ou à proximité des futurs sites des gares et des ouvrages annexes par le bureau d'études IDDEA (réalisation de nouveaux sondages ou analyses sur carottes géotechnique G12).

Les données collectées sur la caractérisation des sols de surface au droit des futurs ouvrages annexes et gares concernent seulement 12 ouvrages sur 49 et les données sur la qualité des sols profonds sont disponibles pour 16 ouvrages sur les 49 ouvrages. Des analyses de sols profonds ont été réalisées par l'AMO-G sur de nombreuses carottes localisées sur le tracé entre les différents ouvrages et gares et qui concernent les horizons des tunneliers.

Aucun diagnostic de pollution des sols de surface n'a été mené intégralement au droit des ouvrages en tranchée ouverte, et au droit de certains ouvrages aucune donnée sur les sols de surface n'est disponible. L'évaluation du risque de présence de pollutions anthropiques au droit des ouvrages a ainsi été faite d'après les données issues des études IDDEA disponibles à ce jour mais également d'après la consultation des bases de données publiques BASOL et BASIAS, des photographies aériennes anciennes de l'IGN (site internet Géoportail) et d'études environnementales réalisées au droit de sites à proximité du tracé.

Des hypothèses ont donc été prises pour attribuer des filières de gestion aux déblais non caractérisés. Ces hypothèses reposent sur les principes suivants, tous basés de façon sécuritaire sur une interprétation majorante :

- Lorsque plusieurs analyses d'un même horizon de sol de sources différentes existent au droit ou à proximité immédiate d'un ouvrage, le résultat le plus pénalisant est retenu ;
- Concernant les sols de surface (de 0 à environ 4-6 m de profondeur selon la répartition des horizons géologiques) :
  - en contexte urbain voire industriel, et en l'absence de donnée sur les sols de surface, la moitié des déblais est considérée comme inerte (ISDI) et l'autre moitié comme non inerte (ISDND);
  - Pour certains sites identifiés comme « à risque » en raison d'activités potentiellement polluantes en surface, des sols de surface sont considérés comme non inertes (ISDND) (ex : sites SDP, 641P, LBG, 0100P, 0601P et 0605P) ;
  - Pour certains sites dont les activités de surface ne présentent pas de risque de pollution anthropique, les déblais de surface sont considérés comme inertes (ex : sites 0603P et LBM) ;
- Concernant les sols des horizons géologiques profonds, lorsqu'aucune donnée n'existe au droit d'un ouvrage, les données issues d'analyses sur des ouvrages situés à proximité (dans un rayon de 50 à 250 m) le long du tracé ont été prises en compte. Les résultats les plus pénalisants ont été retenus. Pour certains horizons de sols, en l'absence d'analyse à proximité de l'ouvrage, la « tendance » observée au droit du tronçon a été retenue pour déterminer la filière.

Données d'entrée déblais de tunneliers :

Contrairement aux ouvrages annexes et aux gares, la caractérisation des déblais confiée par la SGP au bureau d'étude IDDEA ne comprend pas les tronçons de tunnel dans le périmètre de sa mission.

Ainsi, en phase AVP-b, les données disponibles sur la qualité des sols des horizons traversés par le tunnel proviennent principalement des analyses réalisées par ARTEMIS sur la carothèque des missions G11 et G12. Au total, 168 échantillons de sols ont été analysés. L'analyse porte sur les paramètres des composés sur lixiviat du pack ISDI (relatifs à l'arrêté du 12 octobre 2014 permettant de définir un déchet inerte) et les métaux lourds sur brut. Sur les 168 échantillons analysés le long du tracé, seulement 43 échantillons correspondent à des échantillons prélevés dans les horizons de sols traversés par le tunnel.

Certaines analyses ont également été réalisées par le bureau d'études GINGER CEBTP qui a mené les campagnes d'investigations géotechniques entre 2012 et 2015.

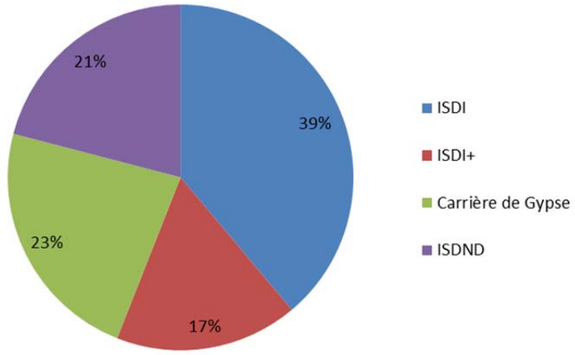
La répartition des déblais de tunneliers par filière repose sur les résultats des analyses précitées et sur des hypothèses pour les zones n'ayant pas fait l'objet de reconnaissances. Ces hypothèses sont établies en extrapolant la qualité des fonds géologiques traversés à partir des résultats d'analyses existants.

Pour des raisons pratiques les déblais sont classés selon les seuils des filières d'élimination (cadre de référence existant et connu). L'objectif du maitre d'ouvrage est de ne pas envoyer tous ses déblais en filières d'élimination mais de les valoriser au maximum.

Sur la base de ces hypothèses, les tableaux suivants présentent la répartition des matériaux extraits.

Gares, Entonnements et Ouvrages Annexes		(m3)	%
Inerte	ISDI	780 000	56%
Non inerte	ISDI+	170 000	12%
	Carrière de Gypse	195 000	14%
	ISDND	260 000	19%
		1 402 800	**100%**
Tunnel		(m3)	%
Inerte	ISDI	796 490	30%
Non inerte	ISDI+	524 240	20%
	Carrière Gypse	741 060	28%
	ISDND	589 210	22%
		2 651 000	**100%**
TOTAL		(m3)	%
Inerte	ISDI	1 576 490	39%
Non inerte	ISDI+	694 240	17%
	Carrière de Gypse	936 060	23%
	ISDND	849 210	21%

	4 053 800	**100%**



Estimation et répartition de la qualité des déblais des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord (Source : Egis / Tractebel - 2015)

Sur la totalité du projet, 40 % des terrains excavés sont considérés comme inertes. 60 % sont considérés comme non inertes, en raison notamment de la présence potentielle de matériaux sulfatés. En outre, la fraction considérée comme inerte est plus importante pour les ouvrages à ciel ouverts, notamment par le volume important de matériaux gypseux traversé par le tunnelier.

En ce qui concerne les ouvrages à ciel ouvert, le détail par horizon géologique est présenté ci-dessous.

	Déblais : Gares, Entonnements et Ouvrages Annexes				
Horizons géologiques	**Volume total**	**Inerte**	**Non inerte**		
		ISDI	**ISDI+**	**Carrière de Gypse**	**ISDND**
	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)
Remblais (R)	**105 587**	49 232	14 016	4 172	38 167
Alluvions modernes (AM)	**35 675**	17 479	10 902	-	7 294
Eboulis de pente (Eb)	**2 854**	1 341	1 113	-	400
Limons des Plateaux (LP)	**5 975**	2 988	-	-	2 988
Alluvions anciennes (AA)	**46 084**	32 259	7 814	-	6 011
Calcaire de Brie (TB)	**21 473**	20 117	-	-	1 356
Argile Verte (GV)	**27 083**	-	-	9 414	17 669
Marnes de Pantin (MP)	**25 957**	2 043	3 859	-	20 169
Marnes d'Argenteuil (MA)	**12 038**	-	-	-	12 038
Masses et Marnes du Gypse (MFL)	**30 047**	-	-	28 845	1 202
Calcaire de Champigny (CC)	**2 635**	2 003	-	632	-
Marnes à Pholadomyes (MPH)	**107 863**	60 844	11 397	13 881	21 741
Sables Verts de Monceau (SV)	**54 547**	54 492	-	-	55
Calcaire de Saint-Ouen (SO)	**430 463**	332 851	34 907	12 379	49 741
Sables de Beauchamp (SB)	**390 157**	192 476	20 272	124 118	52 290
Marnes et caillasses (MC)	**94 517**	9 016	61 660	1 341	22 179
Calcaire Grossier (CG)	**3 800**	1 102	2 698	-	-
TOTAUX	**1 402 800**	**780 000**	**170 000**	**195 000**	**260 000**
	100 %	**55 %**	**12 %**	**14 %**	**18 %**

Répartition des déblais par horizon géologique et par filière – Détail pour les ouvrages à ciel ouvert (Source : Egis / Tractebel - 2015)

Les tableaux ci-après indiquent la répartition des volumes de déblais selon les filières ISDI, ISDI négociée, Carrière de gypse et ISDND pour chaque tunnelier.

Tunneliers	**V Total (m3)**	**ISDI**	**ISDI+**	**Carrière Gypse**	**ISDND**
L17 T5 Nord	**52 000**	31 250	8 450	12 300	0
L17 T5 Sud	**54 000**	40 500	2 700	10 800	0
L16 - T2 PSA - 0104P	**249 000**	182 500	8 200	58 300	0
L16 - T3 SMI/SMR - 0501P	**422 000**	68 650	43 200	183 650	126 500
L16 - T4 NCH - 0603P	**398 000**	86 910	48 890	97 550	164 650
L16 - T1 0100P - 0104P	**230 000**	123 350	55 850	50 800	0
L16 - T8 0603P - 0501P	**395 000**	31 390	46 710	101 500	215 400
L16/17 - T6 OA344-OA333	**277 000**	61 330	69 790	145 880	0
L16/17 - T7 OA3303P-OA3300P	**184 000**	55 750	70 500	38 750	19 000
L14 - Tunnel	**122 000**	35 350	55 000	13 800	17 850

Répartition des déblais par filière et par tunnelier (Source : Egis / Tractebel - 2015)

8.2.2. Impacts liés à la qualité des déblais

La découverte de sols pollués et leur excavation est susceptible d'avoir des effets sur l'environnement à plusieurs titres.

- **Sur le plan sanitaire**, les affouillements se faisant en milieu confiné certains composants organiques et halogénés organiques, aujourd'hui piégés dans les sols sont susceptibles d'être libérés au contact de l'air. Lors de la réalisation des travaux, il existe un risque d'interaction avec les eaux souterraines au droit d'une poche de pollution. Les terres excavées polluées doivent faire l'objet d'une gestion particulière pour éviter la dispersion et la contamination des terrains en surface lors du stockage.

  Les impacts sont liés aux cibles atteintes par ces polluants, mais également par la nature et la concentration des polluants et le volume de déblais générés.

- La présence de matériaux sulfatés a une incidence sur **le choix de la filière** de gestion puisque ces matériaux ne peuvent pas être éliminés en ISDI si ces sites ne disposent pas

d'un seuil en sulfate à l'entrée défini par leur arrêté préfectoral supérieur au seuil fixé par l'arrêté du 28/10/2010.

- De même, la présence de certains polluants anthropiques ne permettra pas la revalorisation des matériaux extraits.

8.2.3. Mesures d'évitement et de réduction des impacts

8.2.3.1. Choix de la méthode d'exécution

Le choix des méthodes d'exécution est déterminant pour le potentiel de réutilisation ou pour le choix des filières de valorisation des terres et donc sur la limitation de l'impact lié à la qualité des déblais.

L'exécution des terrassements en méthode traditionnelle, c'est à dire hors creusement mécanique par la méthode du tunnelier, permet à l'excavation de réaliser un tri par formation géologique. Le potentiel de valorisation est donc maximum pour les terrassements des volumes des gares, des puits et des sections de tunnel réalisées en tranchée, hors présence identifiée de pollution.

Le creusement au tunnelier se caractérise par l'excavation de fronts mixtes induisant un mélange des terres lorsque les entités géologiques traversées par le tunnelier ne sont pas homogènes sur le linéaire du tunnel. Le potentiel de réutilisation des terres excavées par les tunneliers en matériaux de construction n'est donc pas certain, et nécessitera des caractérisations de ces matériaux en phase travaux. Cela est également prévu pour les gares.

Les entités géologiques homogènes en pleine section traversées par le tunnelier sont limitées sur le linéaire à quelques portions, dont les plus importantes sont :

- Sur la Ligne 16, à Champs-Sur-Marne, en descendant le Plateau Briard : dans les Calcaires de Champigny ;
- Sur la Ligne 16, sur les versants de la Butte de Clichy, dans les Masses et Marnes de Gypse ;
- Sur la Ligne 16/17, à La Courneuve, Aubervilliers, et Saint-Denis, autour des ouvrages 3303P, 3402P et 3401P, dans les Sables de Beauchamp ;

Pour le reste du linéaire, le creusement du tunnelier sera à l'origine de l'excavation de fronts mixtes, regroupant les horizons suivants :

- Marnes d'Argenteuil et Masses et Marnes du Gypse ;
- Masses et Marnes du Gypse – Calcaires de Saint-Ouen ;
- Calcaires de Saint-Ouen – Sables de Beauchamps ;
- Sables de Beauchamp – Marnes et Caillasses ;
- Marnes et caillasses – Calcaire Grossier.

Le potentiel de valorisation pris par défaut à ce stade en amont d'une caractérisation géotechnique et chimique plus fine des terres correspond à celui de l'horizon le plus limitant de la section.

Le potentiel de réutilisation des terres est également **fonction du type de tunnelier** utilisé, tunnelier à pression de terre ou tunnelier à pression de boue.

- **Dans le cas d'un tunnelier à pression de boue**, les matériaux sont excavés sous la forme d'un marinage hydraulique nécessitant un traitement en surface pour déshydrater les matériaux. Cette méthode nécessite également l'incorporation obligatoire d'adjuvants susceptibles de modifier les caractéristiques physiques et chimiques des terres et de réduire leur potentiel de valorisation en les contaminants et en les rendant non inertes.

- **Avec un tunnelier à pression de terre**, l'apport d'eau et l'apport éventuel d'adjuvant (nécessaire parfois en fonction du type de terrain rencontré, comme pour les terrains sableux) sont également susceptibles de modifier les caractéristiques des matériaux.

À ce stade du projet, le choix du type de tunneliers qui seront utilisés n'est pas déterminé.

Néanmoins, par anticipation des types de tunneliers qui seront utilisés, la Société du Grand Paris étudie les possibilités d'utiliser des adjuvants composés d'éléments biodégradables et non polluants pour optimiser la valorisation.

Le choix de réalisation du tunnel au tunnelier permet en outre **d'éviter la mobilisation des terrains les plus sensibles aux pollutions anthropiques**.

8.2.3.2. Mesures associées à la réduction des impacts en phase chantier

Les terres polluées feront l'objet de **plans de gestion spécifiques**.

- Leur excavation et leur stockage temporaire sur les sites de chantier avant leur évacuation seront encadrés pour **éviter la contamination** des autres volumes de terres et des sols en surface.
- Des **chantiers de dépollution** anticipée pourront être mis en œuvre en fonction des contraintes du chantier, des autorisations et du planning de réalisation des terrassements pour tenir les calendriers de mises en service.
- Ces terres pourront être évacuées vers des **centres de traitement** afin de pourvoir les réintégrer dans des filières pour matériaux inertes et éviter leur stockage définitif dans des installations de déchets dangereux (ISDD).
- Des mesures comme **l'aération des fouilles**, permettront de réduire les risques sanitaires associées.
- Des mesures spécifiques seront prises pour éviter la pollution des eaux souterraines (bâchage, protection des exutoires…).

8.2.3.3. Mesures générales de réduction d'impact

Il est difficile d'établir des mesures générales concernant la qualité des sols qui seront excavés. La Société du Grand Paris dans la démarche qu'elle a engagée s'est néanmoins fixée comme priorité la recherche de **l'ensemble des filières de valorisation possibles** pour les déblais du Grand Paris Express.

Le potentiel de réutilisation des déblais est fonction de leur nature et de leur qualité physique et chimique. La Société du Grand Paris étudie le potentiel des déblais pour être utilisés en matériaux pour la construction et l'industrie (granulats pour béton, industrie du plâtre…) ou en

remblais afin de se rapprocher au mieux de l'équilibre déblais/remblais du projet du GPE ou d'autres projets d'aménagement portés par les territoires.

Pour cela, préalablement au lancement des travaux de terrassement, la Société du Grand Paris a lancé des **campagnes d'analyses physico-chimiques** sur des échantillons prélevés sur les carottes des missions géotechniques G11 et G12 réalisées aux niveaux des futurs sites de travaux.

Ces analyses, réalisées en laboratoire, consistent à déterminer quantitativement les teneurs des composés chimiques susceptibles d'être présent dans les sols afin de les comparer aux valeurs seuils et aux critères d'admissions dans les filières d'accueil définis par la réglementation et de classer les matériaux selon leur classification GTR (Guide Technique du Setra pour le réemploi des matériaux) en vue de déterminer leur utilisation potentielle.

À l'issue de cette phase de caractérisation, les résultats de ces diagnostics (en phase PRO) permettront de :

- Compléter la connaissance du sous-sol francilien ;
- Apprécier l'étendue des zones marquées par une pollution ou la présence d'un composé chimique rendant le matériau non inerte ;
- Définir les modalités de tri à mettre en place lors ou suite à la réalisation des travaux (caractérisation complémentaire en phase travaux sur site ou sur plateforme déportée (tunnelier), pesée des déblais, traçabilité, modalités de stockage, ...) ;
- Définir des modalités de traitement en cas de dépassement des seuils ;
- D'identifier les filières de gestion possibles des terres et de rechercher des solutions alternatives au stockage en centre d'élimination, notamment la réutilisation dans le cadre de projet d'aménagement de territoires et la valorisation en carrière après vérification de la correspondance avec le fond géochimique local ;
- Clarifier la réglementation applicable selon les scénarios de gestion.

> *Ces résultats de caractérisation ne présentent qu'un caractère indicatif. En phase travaux, des prélèvements et des analyses en laboratoire devront également être réalisés pour confirmer la compatibilité entre les matériaux d'excavation et les sites d'accueil.*

Choix des dépôts ou des filières de valorisation :

Suivant les résultats des caractérisations, les possibilités de valoriser les déblais sont les suivantes :

- **Les matériaux qui seront identifiés comme sulfatés** à l'issue de cette caractérisation seront évacués essentiellement dans les carrières de gypse en exploitation (à ciel ouvert ou souterraines) existantes et présentant un fond géochimique similaire aux propriétés du matériau (selon les évolutions de la réglementation).
- **Une partie des déblais du GPE pourra également être valorisés :**
  - En remblais, en digue, en projet d'aménagement paysager,
  - En technique routière (guide technique du SETRA) ;
  - En comblement d'anciennes carrières qui ne sont plus exploitées ;
  - En matériaux d'aménagement de certaines installations de stockage de déchets.

Ces matériaux doivent satisfaire à des critères adaptés ; notamment ceux du Guide Setra (2011) et du BRGM sur la réutilisation hors site des matériaux excavés.

Quelle que soit la nature des matériaux, la Société du Grand Paris a identifié des filières viables et pérennes pour accueillir les déblais et continu sa démarche d'identification.

8.2.3.4. Mesures de suivi

Des mesures de suivi générales pourront être mises en œuvre pour les chantiers de dépollution :

- Le suivi des chantiers sensibles par un maître d'œuvre spécialisé ;
- Le suivi de la qualité de l'air ambiant à proximité des bases chantiers les plus sensibles.
- En cas de besoin, le maître d'ouvrage fera réaliser des prélèvements en fond de fouille et en paroi périmétriques des gares si la méthode constructive retenue le permet (donc hors parois moulées, ouvrages creusées au tunnelier,…).

Enfin, une attention particulière sera accordée au suivi de la traçabilité des déblais avec la mise en œuvre d'un outil de suivi SGP dédié.

8.2.4. Synthèse des impacts et mesures associés à la « qualité des déblais »

L'enjeu lié à la qualité des déblais excavés par le projet des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord constitue un enjeu majeur : le volume total des matériaux qui seront excavés pour ce projet est d'environ 4,05 millions m^3.

Des filières de valorisation sont recherchées pour ces déblais. Ce sont principalement les réutilisations dans la construction, l'aménagement, le comblement, les voiries…

La SGP travaille avec les territoires pour trouver des solutions capacitaires de valorisation des déblais dans le cadre de projets d'aménagement.

Cependant, tous ces déblais ne sont pas valorisables en l'état et ont donc un **impact environnemental important**. L'impact lié à la gestion des déblais est considéré d'autant plus important que le potentiel de valorisation sera faible.

Ce sont d'abord les déblais présentant une **pollution anthropique**, engendrée notamment par le passé industriel de la zone. Ces déblais peuvent faire l'objet de travaux de dépollution ou devront être mis en centre de traitement, voire directement en ISDND.

En outre, ces déblais pollués peuvent présenter des **impacts sanitaires** sur les riverains et/ou les ouvriers : des mesures seront prises en phase travaux pour contrôler et maitriser ces risques.

D'autres types de matériaux excavés ne sont pas totalement valorisables : il s'agit de déblais gypseux dépassant le critère en teneur en sulfates ainsi que des déblais présentant d'autres anomalies géochimiques pour les fluorures, molybdène, antimoine, pour un quelconque réemploi. Des filières de valorisation alternative sont considérées : les matériaux sulfatés ne dépassant pas certains critères peuvent servir au comblement d'anciennes carrières de gypse.

L'objectif réside donc dans la réduction des volumes de matériaux évacués vers les filières de dépôts définitifs.

La synthèse est présentée ci-après par secteur, et illustrée par une cartographie en fin de chapitre.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Absence de sites BASIAS et/ou BASOL Absence de pollution Absence de matériaux sulfatés	Densité faible de sites BASIAS et/ou BASOL au droit du fuseau d'études Pollution supposée de faible importance Extraction de matériaux sulfatés (< 20%)	Densité moyenne de sites BASIAS et/ou BASOL au droit du fuseau d'études Présence potentielle de sols pollués Extraction de matériaux sulfatés (entre 20 et 50%)	Densité forte de sites BASIAS et/ou BASOL au droit du site d'étude Présence avérée de sols pollués Extraction de matériaux sulfatés (> 60%)

8.2.4.1. Secteur Noisy-Champs / Chelles

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
0704P	Risque faible de présence de sols impactés par une pollution anthropique	Impacts sanitaires faibles Extraction de matériaux pollués non valorisables	Ouvrage réalisé en paroi moulée : limitation des transferts de pollution verticale entre les aquifères. En fonction des résultats des reconnaissances et tests laboratoire de phases études : - Réalisation de travaux de dépollution anticipés ; - Recherche de filières de réemploi des matériaux. <u>En phase travaux :</u> - Excavation et stockage temporaire encadrés et contrôlés (port des équipements de protection individuelle (EPI), bâchage des stocks…); - **Aération des fouilles**, permettant de réduire les risques sanitaires associées. Des mesures spécifiques seront prises pour éviter la pollution des eaux souterraines (démarche ERQS). Réalisation d'analyse complémentaire en phase travaux, réalisation de tri, mise en place d'outil de traçabilité, … Retraitement des déblais pollués dans des **centres de traitement** afin de pouvoir les réintégrer dans des filières pour matériaux inertes.	Aucun	Sans objet
	Présence de matériaux sulfatés	Extraction de matériaux non inertes	Identification de filières de valorisation des matériaux sulfatés de type comblement de carrières de gypse.	Aucun	Sans objet
Autres ouvrages du secteur	Aucun enjeu pollution anthropique	Aucun	Aucunes	Aucun	Sans objet
	Présence de matériaux sulfatés	Extraction de matériaux non inertes	Identification de filières de valorisation des matériaux sulfatés de type comblement de carrières de gypse.	Une partie des matériaux sulfatés n'est pas admissible en carrière de gypse – non valorisable (valeurs seuils et critères d'admissions dépassés) – évacué vers ISDND.	Sans objet

8.2.4.2. Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
0503P	Présence faible ou possible de sols impactés par une pollution anthropique	Impacts sanitaires faibles Extraction de matériaux pollués non valorisables	Ouvrages réalisés en paroi moulée : limitation des transferts de pollution verticale entre les aquifères. En fonction des résultats des reconnaissances et tests laboratoire de phases études : - Réalisation de travaux de dépollution anticipés ; - Recherche de filières de réemploi des matériaux. <u>En phase travaux :</u> - Excavation et stockage temporaire encadrés et contrôlés (port des EPI, bâchage des stocks…); - **Aération des fouilles**, permettant de réduire les risques sanitaires associées. Des mesures spécifiques seront prises pour éviter la pollution des eaux souterraines (démarche ERQS). Réalisation d'analyse complémentaire en phase travaux, réalisation de tri, mise en place d'outil de traçabilité, … Retraitement des déblais pollués dans des **centres de traitement** afin de pouvoir les réintégrer dans des filières pour matériaux inertes.	Aucun	Sans objet
0601P **0605P**	Présence potentielle de sols impactés par pollution anthropique	Impacts sanitaires possibles Extraction de matériaux pollués non valorisables		Aucun	Sans objet
Autres ouvrages du secteur	Aucun enjeu pollution anthropique	Aucun	Aucunes	Aucun	Sans objet
Tous ouvrages du secteur	Présence de matériaux sulfatés	Extraction de matériaux non inertes	Identification de filières de valorisation des matériaux sulfatés de type comblement de carrières de gypse.	Une partie non négligeable (> 50 %) des matériaux sulfatés extraits n'est pas admissible en carrière de gypse – non valorisable (valeurs seuils et critères d'admissions dépassés) – évacué vers ISDND	Sans objet

8.2.4.3. Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes

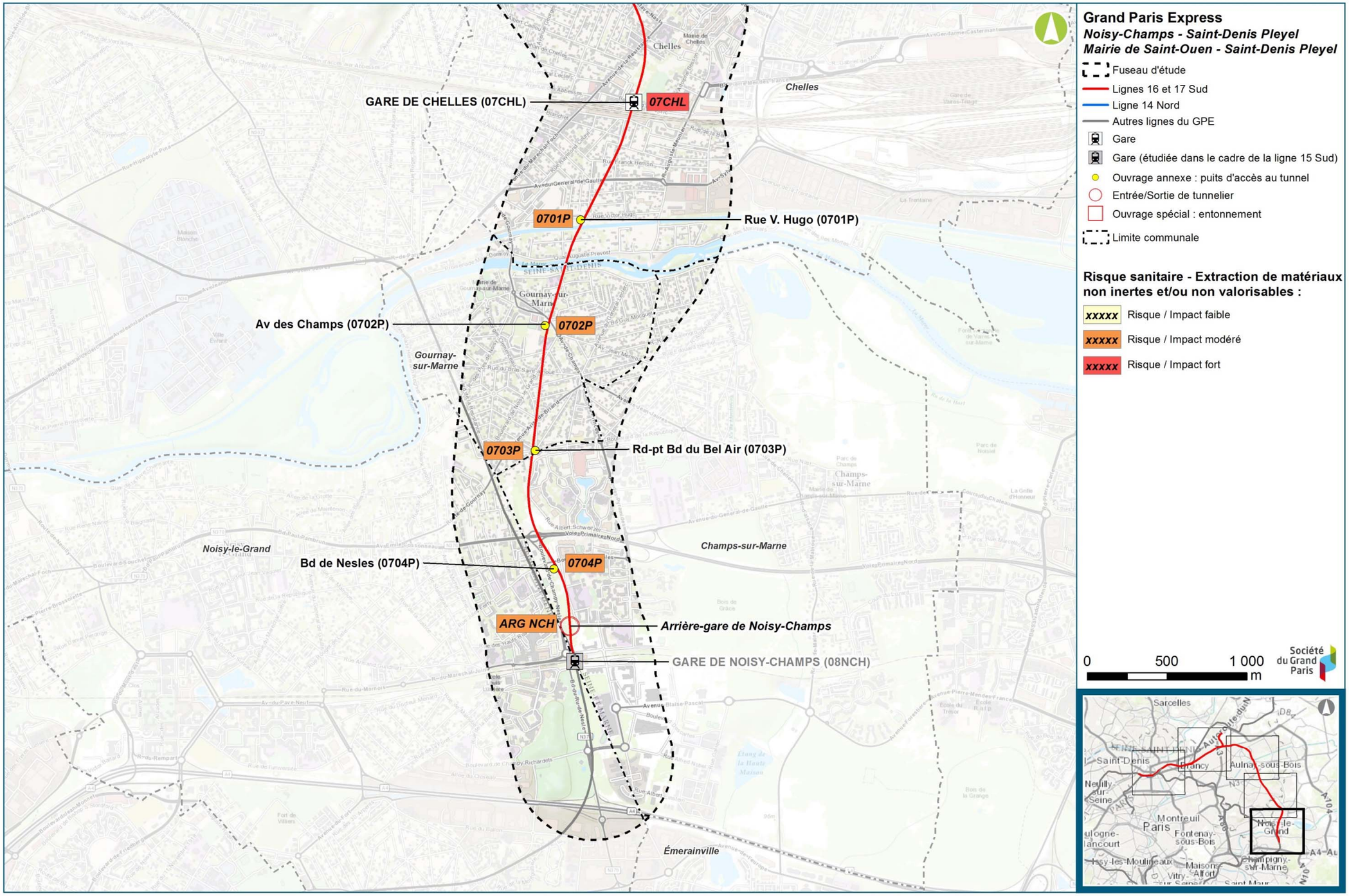
Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
0503P **05SEL** **04SEB**	Présence faible ou possible de sols impactés par une pollution anthropique	Impacts sanitaires faibles Extraction de matériaux pollués non valorisables	Ouvrages réalisés en paroi moulée : limitation des transferts de pollution verticale entre les aquifères. En fonction des résultats des reconnaissances et tests laboratoire de phases études : - Réalisation de travaux de dépollution anticipés ; - Recherche de filières de réemploi des matériaux. En phase travaux : - Excavation et stockage temporaire encadrés et contrôlés (port des EPI, bâchage des stocks…); - **Aération des fouilles**, permettant de réduire les risques sanitaires associées. Des mesures spécifiques seront prises pour éviter la pollution des eaux souterraines (démarche ERQS). Réalisation d'analyse complémentaire en phase travaux, réalisation de tri, mise en place d'outil de traçabilité, … Retraitement des déblais pollués dans des **centres de traitement** afin de pouvoir les réintégrer dans des filières pour matériaux inertes.	Aucun	Sans objet
Autres ouvrages du secteur	Aucun enjeu pollution anthropique	Aucun	Aucunes	Aucun	Sans objet
Tous ouvrages du secteur	Présence de matériaux sulfatés	Extraction de matériaux non inertes.	Identification de filières de valorisation des matériaux sulfatés de type comblement de carrières de gypse.	Une partie (~ 40 %) des matériaux sulfatés extraits n'est pas admissible en carrière de gypse – non valorisable (valeurs seuils et critères d'admissions dépassés) – évacué vers ISDND	Sans objet

8.2.4.4. Secteur Aulnay / Le Bourget RER

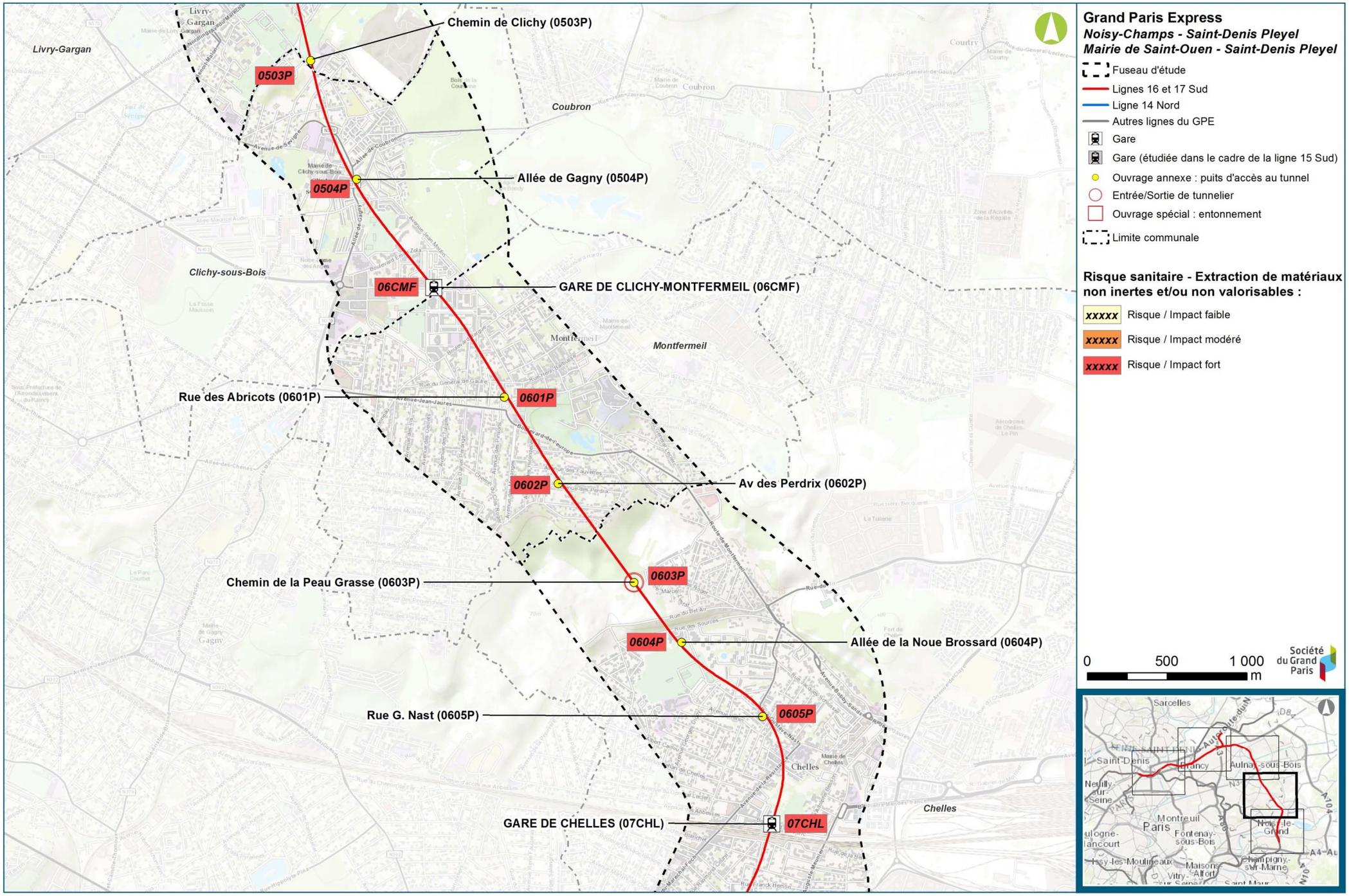
Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
0103P **0102P** **0101P** **3403P**	Présence faible ou possible de sols impactés par une pollution anthropique	Impacts sanitaires faibles Extraction de matériaux pollués non valorisables	Ouvrages réalisés en paroi moulée : limitation des transferts de pollution verticale entre les aquifères. En fonction des résultats des reconnaissances et tests laboratoire de phases études : - Réalisation de travaux de dépollution anticipés ; - Recherche de filières de réemploi des matériaux. <u>En phase travaux :</u> - Excavation et stockage temporaire encadrés et contrôlés (port des EPI, bâchage des stocks…); - **Aération des fouilles**, permettant de réduire les risques sanitaires associées. Des mesures spécifiques seront prises pour éviter la pollution des eaux souterraines (démarche ERQS). Retraitement des déblais pollués dans des **centres de traitement** afin de pouvoir les réintégrer dans des filières pour matériaux inertes.	Aucun	Sans objet
01LBG **0100P**	Présence potentielle de sols pollués	Impacts sanitaires possibles Extraction de matériaux pollués non valorisables		Aucun	Sans objet
Autres ouvrages du secteur	Aucun enjeu pollution anthropique	Aucun	Aucunes	Aucun	Sans objet
Tous ouvrages du secteur	Présence de matériaux sulfatés	Extraction de matériaux non inertes.	Identification de filières de valorisation des matériaux sulfatés de type comblement de carrières de gypse.	Une fraction peu importante des matériaux sulfatés extraits n'est pas admissible en carrière de gypse – non valorisable (valeurs seuils et critères d'admissions dépassés) – évacué vers ISDND.	Sans objet

8.2.4.5. Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel

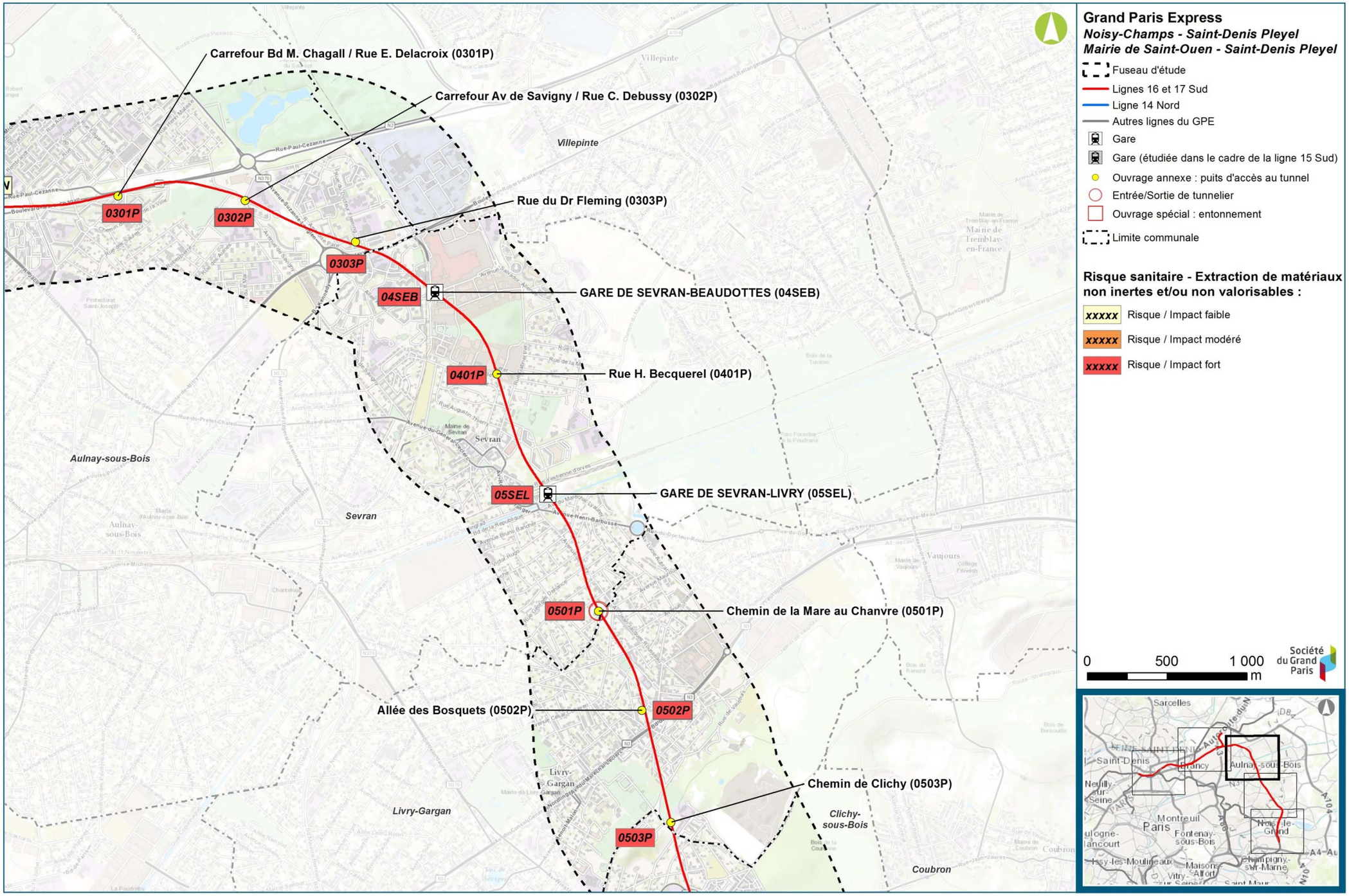
Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
3402P **3401P** **3304P** **6301P** **3301P** **3300P**	Présence faible ou possible de sols impactés par une pollution anthropique	Impacts sanitaires Extraction de matériaux pollués non valorisables	Ouvrage réalisé en paroi moulée : limitation des transferts de pollution et des risques sanitaires (dégagements de composés volatiles dangereux) En fonction des résultats des reconnaissances et tests laboratoire de phases études : - Réalisation de chantiers de dépollution anticipée ; - Recherche de filières de réemploi des matériaux. <u>Sur le chantier :</u> - Excavation et stockage temporaire encadrés et contrôlés ; - **Aération des fouilles**, permettant de réduire les risques sanitaires associées. Des mesures spécifiques seront prises pour éviter la pollution des eaux souterraines (démarche ERQS). Retraitement des déblais pollués dans des **centres de traitement** afin de pouvoir les réintégrer dans des filières pour matériaux inertes	Aucun	Sans objet
34LCO **3303P**	Présence potentielle de sols pollués	Impacts sanitaires possibles Extraction de matériaux pollués non valorisables		Aucun	Sans objet
33SDP	Présence avérée de sols pollués	Impacts sanitaires Extraction de matériaux pollués non valorisables		Aucun	Sans objet
Autres ouvrages du secteur	Aucun enjeu pollution anthropique	Aucun	Aucunes	Aucun	Sans objet
Tous ouvrages du secteur	Présence de matériaux sulfatés	Extraction de matériaux non inertes.	Identification de filières de valorisation des matériaux sulfatés de type comblement de carrières de gypse.	Une fraction non négligeable des matériaux sulfatés extraits n'est pas admissible en carrière de gypse – non valorisable (valeurs seuils et critères d'admissions dépassés).	Sans objet



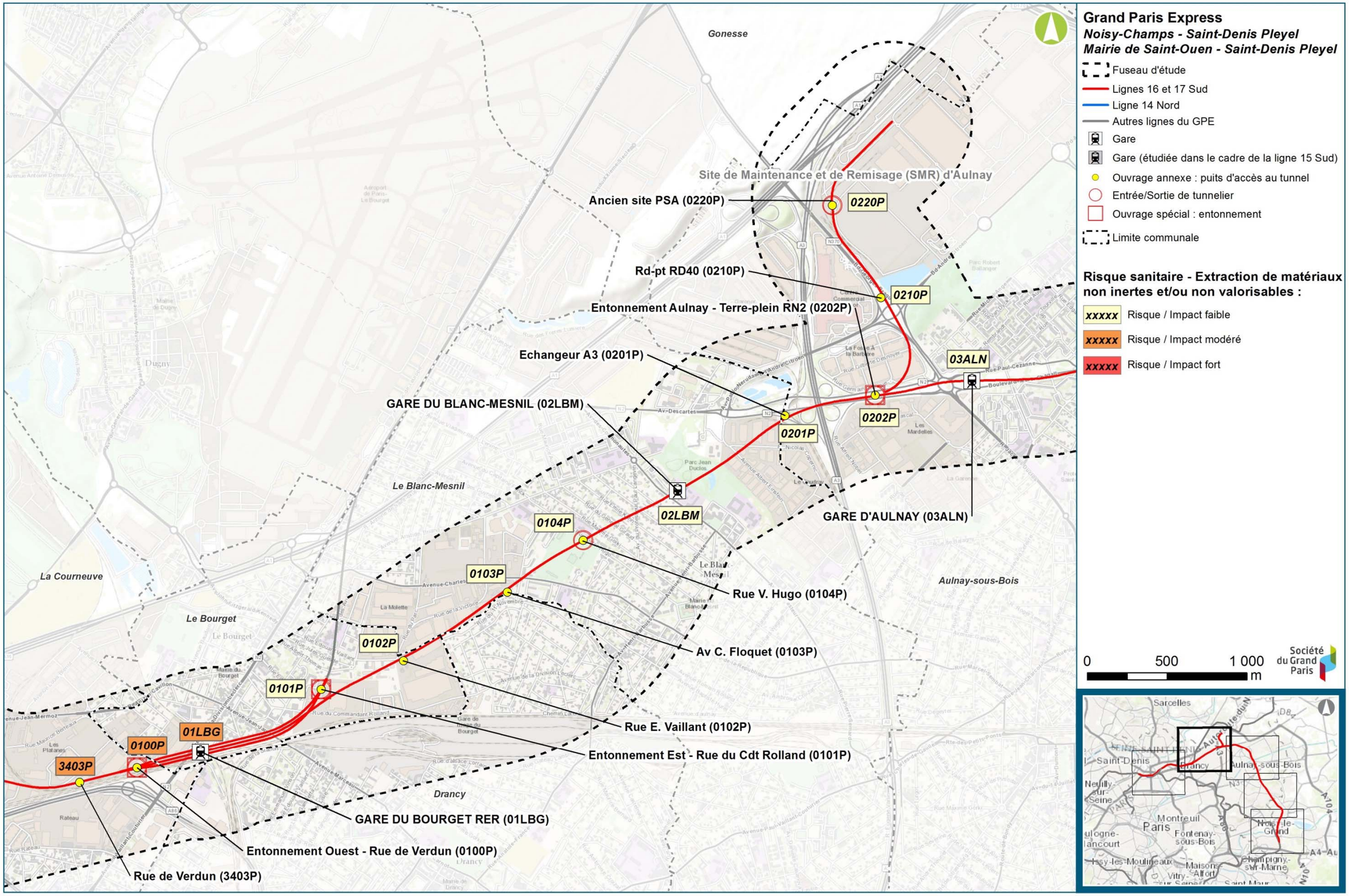
Synthèse des impacts liés à la qualité des déblais - Secteur Noisy-Champs / Chelles (Egis / Tractebel, 2016)



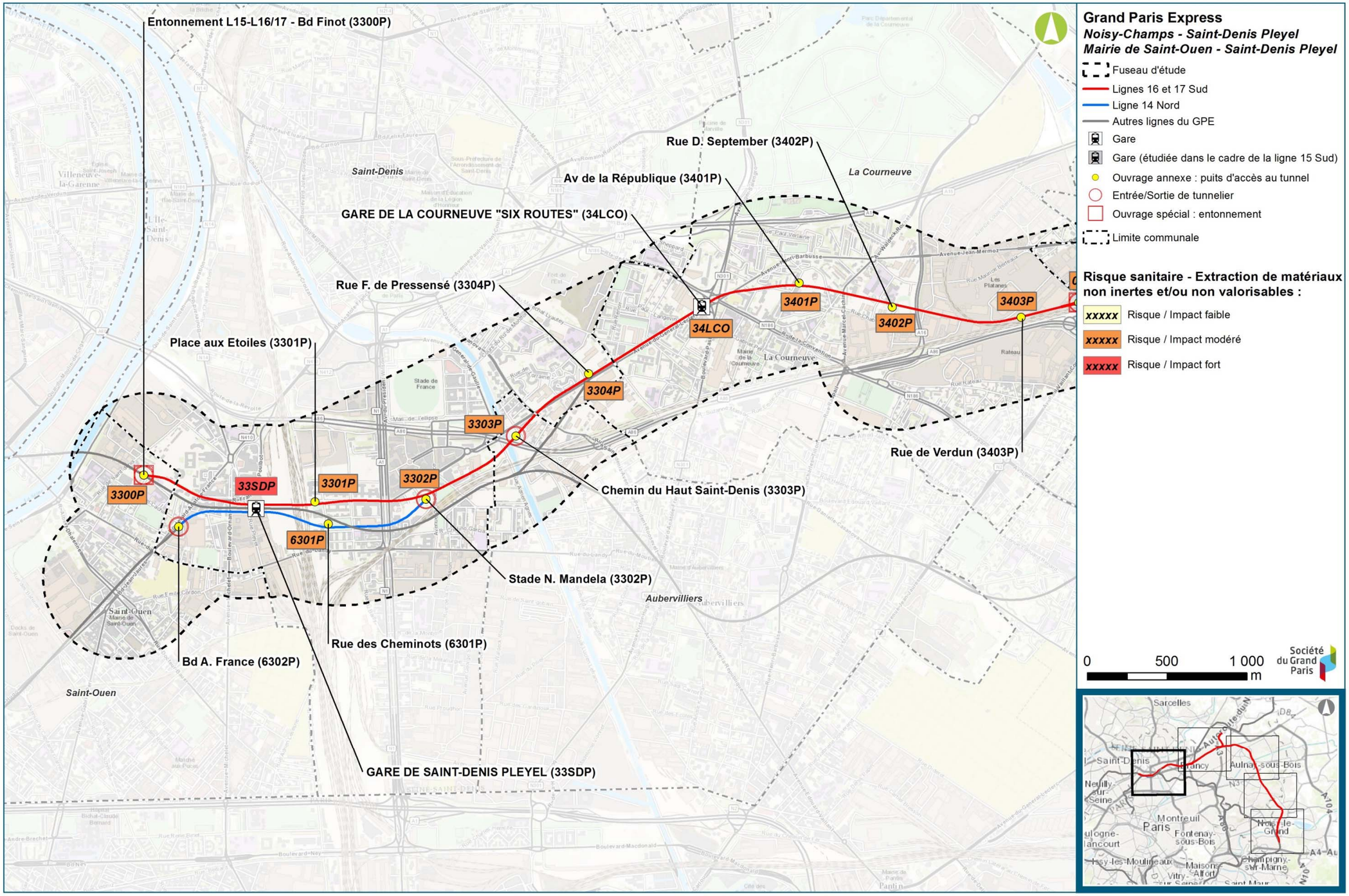
Synthèse des impacts liés à la qualité des déblais - Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil (Egis / Tractebel, 2016)



Synthèse des impacts liés à la qualité des déblais - Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes (Egis / Tractebel, 2016)



Synthèse des impacts liés à la qualité des déblais - Secteur Aulnay / Le Bourget RER (Egis / Tractebel, 2016)



Synthèse des impacts liés à la qualité des déblais - Secteur La Courneuve "Six Routes" / Saint-Denis Pleyel (Egis / Tractebel, 2016)

8.3. Impacts liés au transport des déblais et mesures associées

8.3.1. Impacts liés au transport des déblais

Le transport des matériaux, pour leur évacuation hors site en phase chantier, constitue un impact majeur de la production de déblais en raison de la situation de contexte urbain dense. Les flux d'apport de matériaux sur les chantiers et l'évacuation des déblais augmenteront le trafic routier et les flux de circulation autour des chantiers si aucun mode alternatif à la route ne peut être envisagé.

Les effets négatifs du transport routier sont plus particulièrement liés :

- aux perturbations pour les riverains et les usagers des routes (désagréments visuels, sonores, émissions de poussières, perturbations des déplacements,…) ;
- aux risques de pollution accidentelle des eaux par ruissellement.

À l'échelle du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, trois modes de transport sont à ce stade envisagés et étudiés, il s'agit de :

- La voie fluviale (avec ou sans pré et post-acheminement routier) ;
- La voie ferrée (avec ou sans pré et post-acheminement routier) ;
- La route par camions.

8.3.2. Mesures d'évitement et de réduction associées au transport des déblais

À l'échelle du Grand Paris Express et par extension appliquée aux Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, une véritable démarche intégrée a été mise en œuvre en amont de la conception du projet pour **optimiser autant que possible la gestion des déblais, et notamment leur évacuation** afin de limiter les risques et nuisances potentielles pour les populations et l'environnement.

La première étape a été **d'implanter, lorsque cela était possible, les chantiers au plus près des réseaux de transport alternatifs** (voie d'eau et voie ferroviaire) afin de promouvoir ce mode de transport et de réduire les flux de camions sur le réseau routier. Un puits d'attaque de tunnelier (3303P) et l'entonnement Ouest (0100P), qui constitue un point d'arrivée de terres excavées, a ainsi été implanté aux abords directs d'une voie ferrée. Sur ces sites, la Société du Grand Paris envisage la création de plate-forme de transbordement fluvial.

Afin de favoriser le report et l'utilisation de la voie d'eau, la Société du Grand Paris a signé le 19 décembre 2013 une convention avec Port Autonome de Paris. La Société du Grand Paris a également identifié les filières d'évacuation capables d'accueillir et de traiter les terres excavées accessibles par la voie d'eau et la voie ferroviaire. En effet, l'identification du mode de transport dépend du site de départ des déblais mais également de l'accessibilité au site d'accueil.

Au vu de la longueur et de la localisation du projet, l'évacuation par voie routière de certains sites d'extraction ne pourra être évitée. Afin de limiter autant que possible les nuisances, la planification des itinéraires routiers a fait l'objet d'une évaluation par la maîtrise d'œuvre et des premières concertations avec les communes des territoires d'implantation ont été menées. Ces trajets reposent sur l'utilisation du réseau magistral pour éviter la circulation des camions sur les voiries communales. Les Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord contournent par le Nord Est l'agglomération parisienne, et croisent donc plusieurs axes structurants. Ces axes peuvent être rejoints depuis les bases chantiers : il s'agit des autoroutes A1, A86, A16, A104 ou des routes nationales importantes. La proximité de ces axes routiers permettra ainsi de diversifier les itinéraires des évacuations par voie routière et de limiter les encombrements routiers.

Un travail est également en cours concernant les itinéraires les plus adaptés pour rejoindre le plus rapidement les routes structurantes et **un plan de circulation** sera remis par les entreprises lors de la remise des offres afin de proposer la meilleure solution pour perturber le moins possible le trafic. Ces itinéraires seront validés avec les collectivités. L'impact sur le trafic sera réduit par le choix des périodes de transport : l'organisation des flux de circulation depuis et vers les chantiers sera adaptée pour éviter au maximum les heures de pointes. Des analyses de trafics seront réalisées.

De manière générale, deux systèmes d'évacuations alternatives sont étudiés :

Évacuation fluviale

À l'échelle des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, il existe plusieurs points d'accès à la voie fluviale puisque le projet intercepte le réseau hydrographique en plusieurs points :

Plusieurs sites de plateformes provisoires sont envisagés. A noter cependant que ces plateformes n'entrent pas dans la présente procédure de demande d'autorisation unique.

Ces sites seront aménagés dans le cadre de la réalisation du Grand Paris Express et équipés d'installations portuaires afin d'assurer leur approvisionnement et l'évacuation des déblais directement par barges. À partir des autres ouvrages de la ligne qui ne sont pas situés à proximité immédiate de la voie d'eau, les déblais pourront être acheminés par camions (pré-acheminement) vers les différentes installations fluviales existantes (ou en projet), quais ou ports, qui sont situés le long **du canal de Saint-Denis sur la commune d'Aubervilliers** (à proximité de l'OA 3303P). D'autres sites pourraient être envisagés, notamment à proximité de Champs sur Marnes sur le canal de la Marne. De plus, à proximité du tracé se situe la plateforme multimodale de Gennevilliers.

Si une évacuation des déblais par voie fluviale (sur la Marne notamment), donnant lieu à des aménagements spécifiques, devait être décidée, une procédure complémentaire serait engagée afin d'obtenir les autorisations nécessaires (autorisation préalable de de Voies Navigables de France, occupation du domaine public fluvial, police de l'eau, etc).

Évacuation ferroviaire

L'utilisation de la voie ferroviaire est également étudiée, en complément d'un transport routier.

Deux plateformes sont envisagées. A noter cependant que ces plateformes n'entrent pas dans la présente procédure de demande d'autorisation unique.

Elles sont envisagées à proximité de l'entonnement Est (0100P) sur le site de la **ZI du Mermoz**, (**commune de La Courneuve**) et sur l'ancien **site de PSA à Aulnay-Sous-Bois** sous réserve de remplir l'ensemble des conditions requises pour la mise en œuvre de ce mode de transport.

Un transport routier sera éventuellement nécessaire en complément.

Potentiel d'utilisation de chaque mode de transport

Sur la base des hypothèses de transport pour chaque chantier, le potentiel d'utilisation de chaque mode est le suivant :

- **Le potentiel d'évacuation par voies ferrées** représente environ **1 715 000 m³** soit un peu plus **40 % du volume total de déblais** générés par le projet (notamment si suffisamment de sillons sont disponibles sur la durée des chantiers).

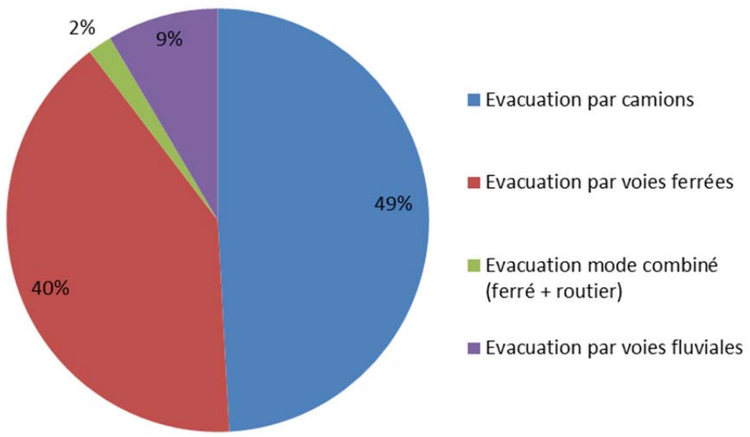
  Ce volume des terres est calculé à partir des volumes qui pourront être directement chargés sur les trains ainsi que les matériaux qui devront être acheminés par camion jusqu'aux sites de chargement (Zone Z.I. Mermoz et Ancien site PSA).

- Le potentiel par transport fluvial représente également une opportunité pour limiter le transport par la route, pour environ 10 % du volume total.

  De même, ce volume des terres est calculé à partir des volumes qui pourront être directement chargés sur les barges ainsi que les matériaux qui devront être acheminés par camion jusqu'aux sites de chargement (Canal de Saint-Denis, à proximité de l'OA 3303P).

A noter que ces volumes acheminés par voies ferrées ou barges pourront éventuellement comprendre de courts post-acheminements par la route pour desservir les exutoires (sites de valorisation ou de stockage), qui ne seraient pas en bordure de la voie ferrée ou de voie d'eau (tels que des carrières de gypse par exemple). A ce stade d'étude, il n'est pas possible d'estimer précisément ces post-acheminements qui dépendront de la destination des terres.

La répartition du potentiel d'évacuation des matériaux selon les modes de transports disponibles est synthétisée ci-dessous :



Répartition des potentiels d'utilisation de chaque mode de transport (Source Egis / Tractebel – 2015)

8.3.3. Mesures en phase chantier

Pour compenser les éventuelles coupures temporaires ou restrictions de la circulation, le maître d'ouvrage (ou son représentant) veillera notamment à :

- Maintenir l'accès aux propriétés et assurer la continuité du service;
- Effectuer une démarche permanente auprès des riverains pour les informer du déroulement du chantier dans sa globalité (action de communication),
- Définir les aménagements à prévoir pour assurer la continuité du service en limitant les coupures au strict nécessaire,
- Etudier finement les phasages de chantier pour limiter au maximum les restrictions de circulation dans le temps.
- Choisir des itinéraires pertinents pour éviter les secteurs d'habitation au maximum.

Les horaires de fonctionnement du chantier seront régis de manière à réduire les effets des nuisances acoustiques sur le voisinage (cf. partie bruit). De plus des mesures seront prises en vue de ne pas polluer le milieu naturel et la ressource en eau (camions bâchés, lavage des roues à la sortie des chantiers...).

Ces mesures en phase chantier s'appliqueront une fois que tout a été fait pour évacuer les déblais par d'autres moyens que la route.

8.3.4. Mesures de suivi associées au transport des déblais

Les mesures de suivi en phase chantier retenues pour les Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sont :

- Le suivi de la traçabilité des évacuations effectuées par la vérification des bordereaux de suivi de déchets, tout au long de la chaîne logistique. Des études sur les outils de traçabilité sont notamment actuellement en cours ;
- La vérification par l'entreprise générale, le maître d'œuvre et/ou le maître d'ouvrage de la régularité des filières d'élimination prévues.
- L'intervention d'un contrôle extérieur (Laboratoire extérieur) qui contrôlera les essais de caractérisation des matériaux faits en phase travaux, et permettant de définir les filières de valorisation et/ou de stockage.

8.3.5. Description des impacts et mesures associés à l'enjeu « transport des déblais »

La synthèse est présentée ci-après par secteur :

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Pas de transport de déblais par voies routières	Cadence des transports routiers limitée	Cadence élevée des transports routiers	Cadence très élevée des transports routiers

8.3.5.1. Secteur Noisy-Champs / Chelles

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Tunnels et ouvrages à ciel ouvert	Les premières estimations des cadences indiquent un enjeu fort.	Perturbations pour les riverains et les usagers des routes : - désagréments visuels et sonores, - émissions de polluants (CO, Nox, particules, ….) et de gaz à effet de serre - émissions de poussières, - perturbations des déplacements ; Risques de pollution accidentelle des eaux par ruissellement.	- Maintenir l'accès aux propriétés et assurer la continuité du service de transport ; - Communication auprès des riverains ; - Limitation des coupures au strict nécessaire, - Phasage du chantier pour limiter au maximum les restrictions de circulation ; - Adaptation des horaires de fonctionnement du chantier ; - Bâchage des camions, lavage des roues à la sortie des chantiers ; - Choix d'itinéraires pertinents. L'évacuation des matériaux par la Marne ou son canal n'est pour l'instant pas envisagée.	Perturbations résiduelles pour les riverains et les usagers des routes	Sans objet

8.3.5.2. Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Tunnels et ouvrages à ciel ouvert	Les premières estimations des cadences indiquent un enjeu fort.	Perturbations pour les riverains et les usagers des routes : - désagréments visuels et sonores, - émissions de polluants (CO, Nox, particules, ….) et de gaz à effet de serre - émissions de poussières, - perturbations des déplacements ; Risques de pollution accidentelle des eaux par ruissellement.	- Maintenir l'accès aux propriétés et assurer la continuité du service de transport ; - Communication auprès des riverains ; - Limitation des coupures au strict nécessaire, - Phasage du chantier pour limiter au maximum les restrictions de circulation ; - Adaptation des horaires de fonctionnement du chantier ; - Bâchage des camions, lavage des roues à la sortie des chantiers ; - Choix d'itinéraires pertinents.	Perturbations résiduelles pour les riverains et les usagers des routes	Sans objet

8.3.5.3. Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Tunnel et ouvrages à ciel ouvert	Les premières estimations des cadences indiquent un enjeu fort.	Perturbations pour les riverains et les usagers des routes : - désagréments visuels et sonores, - émissions de polluants (CO, Nox, particules, ….) et de gaz à effet de serre - émissions de poussières, - perturbations des déplacements ; Risques de pollution accidentelle des eaux par ruissellement.	- Maintenir l'accès aux propriétés et assurer la continuité du service de transport ; - Communication auprès des riverains ; - Limitation des coupures au strict nécessaire, - Phasage du chantier pour limiter au maximum les restrictions de circulation ; - Adaptation des horaires de fonctionnement du chantier ; - Bâchage des camions, lavage des roues à la sortie des chantiers ; - Choix d'itinéraires pertinents.	Perturbations résiduelles pour les riverains et les usagers des routes	Sans objet

8.3.5.4. Secteur Aulnay / Le Bourget RER

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Tunnel et ouvrages à ciel ouvert	Les premières estimations des cadences indiquent un enjeu fort.	Perturbations pour les riverains et les usagers des routes : - désagréments visuels et sonores, - émissions de polluants (CO, Nox, particules, ….) et de gaz à effet de serre - émissions de poussières, - perturbations des déplacements ; Risques de pollution accidentelle des eaux par ruissellement.	**Transport par mode combiné (routier+ferroviaire) sur le reste du secteur possible.** - Maintenir l'accès aux propriétés et assurer la continuité du service de transport ; - Communication auprès des riverains ; - Limitation des coupures au strict nécessaire, - Phasage du chantier pour limiter au maximum les restrictions de circulation ; - Adaptation des horaires de fonctionnement du chantier ; - Bâchage des camions, lavage des roues à la sortie des chantiers ; - Choix d'itinéraires pertinents. Au Nord Est du secteur dans la zone SMI/SMR, évacuation des matériaux possible par voies ferroviaires par l'intermédiaire de l'ancien site de PSA à Aulnay-Sous-Bois. A l'Ouest du secteur, évacuation des matériaux possible par voies ferroviaires par l'intermédiaire des anciennes voies du RER C au niveau de l'Entonnement Ouest (0100P)	Perturbations résiduelles pour les riverains et les usagers des routes	Sans objet

8.3.5.5. Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Tunnel et ouvrages à ciel ouvert	Les premières estimations des cadences indiquent un enjeu fort.	Perturbations pour les riverains et les usagers des routes : - désagréments visuels et sonores, - émissions de polluants (CO, Nox, particules, ….) et de gaz à effet de serre - émissions de poussières, - perturbations des déplacements ; Risques de pollution accidentelle des eaux par ruissellement.	**Transport par mode combiné (routier+fluvial)** - Maintenir l'accès aux propriétés et assurer la continuité du service de transport ; - Communication auprès des riverains ; - Limitation des coupures au strict nécessaire, - Phasage du chantier pour limiter au maximum les restrictions de circulation ; - Adaptation des horaires de fonctionnement du chantier ; - Bâchage des camions, lavage des roues à la sortie des chantiers ; - Choix d'itinéraires pertinents. Plusieurs opportunités de transport et d'évacuation des matériaux par voies fluviales : - proximité de la plateforme multimodale de Gennevilliers - proximité du canal Saint-Denis au niveau de l'ouvrage annexe 3303P.	Perturbations résiduelles pour les riverains et les usagers des routes	Sans objet

8.3.6. Synthèse des impacts et mesures concernant le transport des déblais

Le transport des déblais constitue un enjeu majeur quant à l'impact sur les riverains : la pollution sonore et visuelle, les émissions de polluants (CO, Nox, particules, ….) et de gaz à effet de serre, la perturbation des voiries et le blocage des accès en phase travaux sont autant de conséquences inévitablement liés au transport routier des matériaux excavés.

Les mesures de réduction possibles résident principalement dans l'anticipation, la gestion et le contrôle strict des travaux : phasage réfléchi, choix d'itinéraire, adaptation des horaires ainsi qu'une communication adaptée avec les riverains sont quelques-unes des mesures possibles.

Il est, en outre, possible de **réduire les impacts en minimisant le recours au transport routier**. En effet, des modes d'évacuation alternative sont recherchés et peuvent être privilégiés à proximité **des voies fluviales et ferrées existantes**. Le transport alternatif à la route est au stade actuel des études, une potentialité non négligeable qui est étudiée de manière très précise dans le cadre de la conception du projet. Sont identifiées actuellement : les zones proches du Canal de Saint-Denis et les accès aux voies ferrées de l'ancien site de PSA et de la Z.I Mermoz à La Courneuve.

9. Milieux naturels, faune, flore et continuités écologiques

9.1. Méthodologie de définition des impacts sur le milieu naturel et démarche ERC

9.1.1. Types d'impacts potentiels sur le milieu naturel

Un projet peut présenter deux types d'impacts sur les milieux naturels :

- Des impacts directs : pour ce qui concerne le milieu naturel, ils se définissent par une interaction directe du projet avec une espèce ou un habitat naturel ;
- Des impacts indirects : pour ce qui concerne le milieu naturel, ils se définissent comme les conséquences secondaires liées aux impacts directs du projet et peuvent également se révéler négatifs ou positifs.

À cela s'ajoute le fait qu'un impact peut se révéler temporaire ou permanent :

- L'impact est temporaire lorsque ses effets ne se font ressentir que durant une période donnée (la phase chantier par exemple). Ce type d'impact est lié à la phase de réalisation des travaux ou à des opérations ponctuelles de maintenance/d'entretien lors de l'exploitation de l'infrastructure qui s'atténue progressivement jusqu'à disparaître ;
- L'impact est permanent dès lors qu'il persiste dans le temps et peut demeurer immuable. Ce type d'impact est un impact durable que le projet doit s'efforcer d'éliminer, de réduire ou, à défaut, de compenser.

Concernant les impacts d'emprise en phase exploitation, deux cas de figure sont à distinguer :

- Les emprises des gares : constituées par le bâtiment émergent et son parvis. Ces emprises concernent de façon quasi exclusive des espaces dores et déjà imperméabilisés et urbanisés. A noter que les projets paysagers des gares prévoient des zones de plantations paysagères (cf volet B du projet dossier d'autorisation unique pour la présentation des gares du projet) ;
- Les emprises des ouvrages annexes : constituées par des grilles et des trappes d'accès au tunnel, et occasionnellement une émergence de locaux techniques (cf volet B du présent dossier d'autorisation unique pour la présentation des ouvrages annexes du projet). Pour ces ouvrages, les emprises définitives sont réduites : le positionnement des grilles et des trappes est réalisé de manière à permettre une reconstitution maximale de la parcelle concernée après les travaux, avec la prédominance de pelouses urbaines, telles que présentes en état initial. Ces emprises définitives et leurs abords ne sont pas totalement impropres à la recolonisation des espèces, notamment pour les insectes et les zones de chasses pour les mammifères (dont chiroptères) et les oiseaux.

9.1.2. Évaluation des niveaux d'impact

Les niveaux d'impacts sont hiérarchisés selon 4 niveaux, et classés selon leur caractère notable ou « significatif » (au sens de l'article R122-5 alinéa 7° du code de l'environnement, les impacts significatifs (ou notables), sont de nature à déclencher une démarche de compensation) :

- Deux niveaux d'impacts « non significatifs » : Négligeable et Faible ;
- Deux niveaux d'impacts « significatifs » : Modéré et Fort.

La grille ci-après présente les critères de hiérarchisation des niveaux d'impact. Les considérations des **habitats** tiennent compte de :

- L'enjeu de l'habitat : patrimonialité, rareté… ;
- Du pourcentage d'emprise sur l'habitat par rapport à la surface totale d'habitat des espèces protégées disponible dans le secteur d'aménagement (aire d'étude locale correspondant à un périmètre de 250 m centré sur les émergences et emprises dédiées associées) ;
- De l'état de conservation de l'habitat : ce dernier item est un critère de pondération à la baisse ou à la hausse de l'enjeu « habitat ».

Les considérations de de l'**espèce** tiennent compte de :

- La mobilité et capacité de dispersion de l'espèce (rayon d'action, capacité à fuir l'emprise) ;
- La biologie de l'espèce et sa sensibilité aux perturbations et de la temporalité de l'impact.

Enfin, la considération du **projet** tient compte de :

- La durée de l'impact : temporaire ou définitif ;
- La proportion de la perte surfacique et de la zone prise en compte pour le dérangement ;
- La temporalité de l'intervention (en lien avec la biologie de l'espèce considérée).

La grille ci-après présente les critères de hiérarchisation des niveaux d'impact.

Niveau d'impact	Impact négligeable	Impact faible	Impact modéré	Impact ort
Critères	Dégradation temporaire ou permanente des habitats pour des espèces très communes et / ou non patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite, sans incidence sur la capacité des populations à se reconstituer et avec possibilité de report vers d'autres habitats, pas de fragmentation ou d'isolement des populations Pas de dérangement ou perturbation des espèces très communes et / ou non patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite Pas de dégradation indirecte des habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…)	Destruction d'habitat temporaire ou permanente pour des espèces protégées et/ou peu patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite, sans incidence sur la capacité des populations à se reconstituer et avec possibilité de report vers d'autres habitats, pas de fragmentation ou d'isolement des populations Dérangement, perturbation des espèces protégées et/ou peu patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite, ou dégradation indirecte de leurs habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…)	Destruction d'habitat permanente pour des espèces protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, avec incidence sur la capacité des populations à se reconstituer, et/ou sans possibilité de report vers d'autres habitats; pas de fragmentation ou d'isolement des populations; non atteinte à l'état de conservation des populations et des habitats Dérangement perturbation des espèces protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, ou dégradation indirecte de leurs habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…)	Destruction d'habitat permanente pour des espèces protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, avec incidence sur la capacité des populations à se reconstituer sans possibilité de report vers d'autres habitats; fragmentation des habitats et/ou isolement des populations; atteinte à l'état de conservation des populations et des habitats Dérangement perturbation des espèces protégées et/ou patrimoniales protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, ou dégradation indirecte de leurs habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…)

Critères de hiérarchisation des niveaux d'impact

En outre, le niveau d'impact est pondéré, soit revu à la baisse, soit élevé, en fonction :

- Des capacités de résilience des espèces vis-à-vis de l'impact : c'est la propension des populations d'espèces à se reconstituer après l'impact et à recoloniser les milieux perturbés ;
- Des capacités de déplacements et de reports des individus ou des populations sur les zones adjacentes aux travaux et non perturbées ;
- Lla quantification surfacique d'habitat favorable impacté au regard des surfaces d'habitats favorables disponibles dans le même secteur (au sein de l'aire d'étude locale centrée et des milieux adjacents de l'aire d'étude à l'échelle locale intermédiaire) ;
- De l'état de conservation des populations : même si la nature, la durée et le type d'impact reste le même quel que soit les populations, son niveau peut être pondéré selon que la population considérée est en bon état de conservation (suivant son niveau, l'impact pourra être à modérer), ou en mauvais état de conservation (l'impact sur cette population pourrait être irrémédiable).

9.1.3. Temporalité des impacts

Concernant la temporalité des impacts, le démarrage des travaux sur les différents secteurs d'aménagement des ouvrages se fera de façon échelonnée, avec une échelle temporelle de quelques mois. Une fois les travaux engagés une phase de simultanéité des travaux est néanmoins à prévoir. De la même façon, l'arrêt des travaux sera également échelonné en fonction des plannings de chaque ouvrage, et une concomitance de l'arrêt des travaux (et des opérations de remise en état) pourra être observée.

Il est à noter que le démarrage des travaux susceptibles d'avoir des impacts sur la biodiversité (défrichements et dégagement des emprises) est programmé en dehors des périodes les plus sensibles (à compter d'août 2017), de façon à réduire les risques d'impacts, ce qui entraine de fait une concomitance de ce type d'opérations.

Enfin, il convient de rappeler que les sites de travaux sont éloignés les uns des autres (en moyenne de 800 mètres, cf. volet B du DAU qui présente le projet et les ouvrages) et bénéficient de nombreux milieux de reports à proximité immédiate, les emprises des travaux étant globalement limitées.

9.1.4. Impacts des travaux préparatoires

Préalablement à tous travaux de génie civil, le terrain doit être préparé de façon à éliminer un maximum d'obstacles susceptibles de retarder les phases suivantes des travaux (génie civil, travaux d'équipements).

Dans le cadre du projet des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue), plusieurs opérations sont à mener (cf volet B du présent dossier de demande d'autorisation unique) :

- Repérage de l'implantation des réseaux existants (gaz, électricité, télécommunications, eau, assainissement, etc.) ;
- Diagnostics archéologiques ;
- Dépollution des sols ;
- Démolitions éventuelles d'ouvrages ou de bâtiments existants ;
- Dévoiements de réseaux ;
- Dégagement des emprises (défrichement, débroussaillage).

Ces opérations sont susceptibles de générer des impacts sur la biodiversité Les impacts sont néanmoins considérés comme non significatifs et décomposés comme suit :

- Les opérations de repérage de l'implantation des réseaux existants n'entraînent aucune altération du milieu naturel ou dérangement de la faune. Les impacts de cette opération sont donc nuls.

- Les opérations de dévoiement de réseaux, de dépollution des sols et de diagnostics archéologiques sont susceptibles d'entraîner des effets d'emprises sur le milieu naturel. La plupart des secteurs d'aménagements des futurs ouvrages, concernés par ces opérations, sont des zones urbaines sans enjeux écologiques particuliers, pour partie minéralisées (voiries, talus…). Pour les sites de parcs et/ou pelouses urbaines, les surfaces nécessaires sont très limitées et concernent des habitats urbains sans intérêt patrimonial (pelouses rases, plantations paysagères). Pour tous les sites de nombreux milieux de reports sont présents à proximité immédiate. Les impacts sont considérés comme négligeables à nuls pour ces opérations.

- Les opérations de démolition d'ouvrages ou de bâtiments existants, ainsi que les opérations de dégagement des emprises (défrichement et débroussaillage) sont susceptibles d'entrainer des impacts sur les chiroptères et l'avifaune (individus, gîtes et nids). Pour ces opérations, des mesures sont ainsi mises en œuvre. Ces mesures génériques font l'objet du chapitre suivant, et sont listées ci-dessous de façon synthétique :
  - Passage d'un écologue avant démolition et défrichement : ceci afin de s'assurer de l'absence d'enjeux (absence d'individus et de site de reproduction) avant la réalisation des travaux. Pour les sites concernés, aucun individu ni gîte/nid n'a été recensée. Les impacts sur les individus sont donc nuls.
  - Adaptation du calendrier des opérations : les opérations de défrichement et débroussaillage seront réalisées en dehors de la période la plus sensible pour la faune (fin de la période estivale).
  - Précautions particulières lors de la réalisation des opérations : ces précautions consistent en l'application d'un management environnemental des travaux (cf ci-après).

  De plus, il est à noter qu'aucune espèce patrimoniale n'est concernée par ces opérations. Les espèces concernées sont des espèces communes à très communes, appartenant aux groupes et cortèges anthropiques. Enfin, les sites concernés par ces opérations présentent globalement peu d'enjeux relatifs aux espèces protégées, ainsi qu'au milieu naturel de façon générale (zones urbanisées et/ou minéralisées, sans enjeu de biodiversité). Les impacts des opérations de démolition d'ouvrages ou de bâtiments existants et les opérations de dégagement des emprises sont ainsi considérés comme faibles à négligeables de façon globale, voir nuls pour la plupart des sites.

En conclusion considérant la faible intensité des opérations préparatoires, la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, le contexte urbain des sites concernés, et le caractère commun des espèces considérées**, les impacts des travaux préparatoires sont négligeables à nuls.**

9.1.4.1. Démarche Éviter, Réduire, Compenser

> *La démarche environnementale menée par la Société du Grand Paris est présentée en détail au chapitre III.2.5 du volet B, présentant les pièces communes au dossier de demande d'autorisation unique.*

L'existence d'impacts sur la faune, la flore et les milieux naturels nécessite que la Société du Grand Paris mette en place la démarche Éviter, Réduire, Compenser pour son projet. Cela se traduit par :

- D'abord, mettre en place des mesures d'évitement des impacts (adaptation des emprises, ajustement temporel des dates de démarrage des travaux etc…). Ces mesures s'appliquent aux impacts bruts ;

- Ensuite, mettre en place des mesures de réduction et de suivi des impacts qu'il n'aurait pas été possible d'éviter. Ces mesures s'appliquent aux impacts bruts ;

- Enfin, mettre en place des mesures de compensation des impacts qu'il n'aurait pas été possible d'éviter ou de réduire. Ces impacts sont dits résiduels et déclenchent le passage aux mesures compensatoires. Les mesures compensatoires s'appliquent ainsi aux impacts résiduels ne pouvant plus être réduits.

L'insertion environnementale du projet est donc conçue selon un triptyque de mesures graduées, et des mesures d'accompagnement et de suivi sont également proposées.

Ainsi, les tableaux de synthèse des impacts et mesures, placés au chapitre 9.7 ci-après illustrent cette démarche, avec :

- En premier lieu le rappel du niveau d'enjeu d'état initial ;

- La définition de l'impact brut et le niveau associé, conformément aux critères de hiérarchisation des impacts proposés précédemment au chapitre 9.1.2 ;

- Les mesures d'évitement et/ou de réduction d'impact proposées ;

- L'appréciation de l'impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact ;

- Une conclusion sur la nécessité de mesures compensatoires.

Enfin, une cartographie de synthèse présente les impacts et les mesures d'évitement et de réduction propres à chaque site de travaux, ci-après au chapitre 9.8.2

9.2. Rappel des principaux enjeux liés aux milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques

9.2.1. À l'échelle du fuseau d'étude

Au sein du fuseau d'étude, malgré le contexte urbanisé dominant, **quelques secteurs d'intérêt écologique sont présents :**

- **Le site du Montguichet** : enjeu fort pour les insectes dont deux espèces sont protégées régionalement : le Thécla de l'Orme et le Flambé et une espèce est vulnérable en Ile-de-France: la Decticelle bariolée. Par ailleurs, les coteaux thermophiles et boisements du site sont favorables à d'autres groupes dont les reptiles, amphibiens et oiseaux. Deux habitats rares et localisés présentent également des enjeux forts ;

- **La Forêt de Bondy,** entité du site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » : enjeu moyen pour les habitats et fort pour les chiroptères. Les principales espèces patrimoniales contactées sont le Grand Murin, le Murin de Daubenton et la Pipistrelle de Nathusius ;

- **Le Parc Georges Valbon et le Parc du Sausset**, entités du site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », concernés sur une surface limitée de leur surface par le fuseau d'études : enjeu fort pour les insectes et les oiseaux et les amphibiens. Parmi les espèces les plus remarquables, on peut citer le Blongios nain, le Butor étoilé, oiseaux très rares en Ile-de-France, ou encore l'Aeschne isocèle, libellule dont les populations sont menacées dans la région. Par ailleurs, ces deux sites abritent plusieurs espèces d'amphibiens dont certaines sont hautement patrimoniales (Crapaud calamite, Triton ponctué, Triton alpestre) ;

- **La traversée du canal de l'Ourcq** : enjeu fort localisé pour la flore (une espèce très rare, le Laiteron des Marais).

9.2.2. À l'échelle des secteurs d'aménagement des ouvrages

Les tableaux suivants présentent une synthèse sectorielle des enjeux, à l'échelle des cinq secteurs géographiques et à l'échelle de chaque secteur d'aménagement des futurs ouvrages au sein de ces secteurs géographiques.

Pour rappel, les résultats d'inventaires menés sur chaque secteur d'aménagement des ouvrages du projet, listant pour chaque site les espèces et habitats recensés (et leurs niveaux d'enjeu associés), sont présentés en annexe III du dossier de demande d'autorisation unique.

Secteurs géographiques concernés	Enjeux	Niveau d'enjeu
Noisy-Champs/Chelles	Chiroptères	Faible : secteurs majoritairement urbains, majorité d'habitats semi-naturels / anthropisés, espèces animales à enjeu faible
OA 0703P Rd-pt du Bel-Air	Oiseaux	Faible
OA 0701P Rue V. Hugo	Oiseaux	Faible
07CHL GARE DE CHELLES	Chiroptères, Oiseaux	Faible
Chelles / Clichy-Montfermeil	Boisements, Milieux ouverts et semi-ouverts, Oiseaux, Insectes, Reptiles, Chiroptères	Fort : secteurs d'habitats semi-naturels et naturels, périphérie de milieux naturels d'intérêt fort et/ou protégés/inventoriés (site du Montguichet, Foret de Bondy, Promenade de la Dhuis), espèces animales à enjeu fort
OA 0604P Allée de la Noue Brossard	Amphibiens, Reptiles	Modéré
OA 0603P Chemin de la Peau Grasse	Mammifères, Chiroptères, Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Insectes	Fort
OA 0602P Av des Perdrix	Mammifères, Amphibiens, Reptiles, Oiseaux	Fort
OA 0601P Rue des Abricots	Mammifères, Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Insectes	Fort
Gare de Clichy-Montfermeil 6 06CMF	Mammifères, Chiroptères, Oiseaux	Fort
OA 0504P Allée de Gagny	Oiseaux	Modéré
OA 0503P Chemin de Clichy	Oiseaux, Insectes	Fort
Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Flore, Chiroptères	Modéré : secteurs urbains et semi-naturels, en périphérie de milieux naturels d'intérêt, présence d'espèces animales à enjeu modéré
05SEL GARE DE SEVRAN-LIVRY	Chiroptères, Amphibiens, Oiseaux	Modéré
0401P Rue H. Becquerel	Oiseaux	Faible
04SEB GARE DE SEVRAN-BEAUDOTTES	Oiseaux	Faible
0303P Rue du Dr Fleming	Oiseaux	Faible
0302P Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy	Amphibiens, Oiseaux	Modéré
Aulnay /Le Bourget RER	Oiseaux, Insectes, Amphibiens, Reptiles, Chiroptères	Faible : secteurs majoritairement urbains, majorité d'habitats semi-naturels / anthropisés, espèces animales à enjeu faible

Secteurs géographiques concernés	Enjeux	Niveau d'enjeu
03ALN GARE D'AULNAY	Oiseaux	Faible
0202P Entonnement Aulnay - Terre-plein RN2	Oiseaux	Faible
0201P Rd-pt RD40	Reptiles, Oiseaux	Faible
0202P Ancien site PSA	Oiseaux	Faible
02LBM GARE DU BLANC-MESNIL	Chiroptères, Oiseaux	Modéré
0104P Rue V. Hugo	Oiseaux	Faible
0102P Rue E. Vaillant	Oiseaux	Faible
01LBG GARE DU BOURGET RER	Oiseaux	Faible
0100P Entonnement Ouest - Rue de Verdun	Oiseaux	Faible
La Courneuve Six Routes /Saint-Denis-Pleyel	Oiseaux, Insectes, Amphibiens, Reptiles	Faible : secteurs majoritairement urbains, majorité d'habitats semi-naturels / anthropisés, espèces animales à enjeu faible
3403P Rue de Verdun	Oiseaux	Faible
3401P Av de la République	Oiseaux	Faible
34LCO GARE DE LA COURNEUVE "SIX ROUTES"	Oiseaux	Faible
3303P Chemin du Haut Saint-Denis	Oiseaux	Faible
3300P Bd Finot	Oiseaux	Faible

Synthèse générale à l'échelle des cinq secteurs géographiques et des secteurs d'aménagement des ouvrages

9.3. Impacts du projet en phase chantier sur les milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques et mesures associées

9.3.1. Zonages protégés, inventoriés et faisant l'objet d'une gestion conservatoire

9.3.1.1. Zones protégées

> *L'évaluation des incidences du projet des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) sur les sites Natura 2000 est présentée au chapitre VI du présent volet E3. L'analyse des incidences du projet conclu à l'absence d'incidences significatives sur les habitats et espèces des sites concernés, et ne remet pas en cause l'intégrité du site ni l'état de conservation des habitats et espèces ayant justifiés sa désignation. Le lecteur est convié à se reporter à ce chapitre pour l'analyse des impacts et la présentation des mesures.*

La réalisation du projet n'entraîne aucun impact d'emprise sur la forêt de Bondy (forêt de protection) ni sur la réserve naturelle régionale des Iles de Chelles (cf chapitre EIV relatif à l'état initial d'environnement, qui présente les zones naturelles protégées recensées au sein du fuseau d'étude).

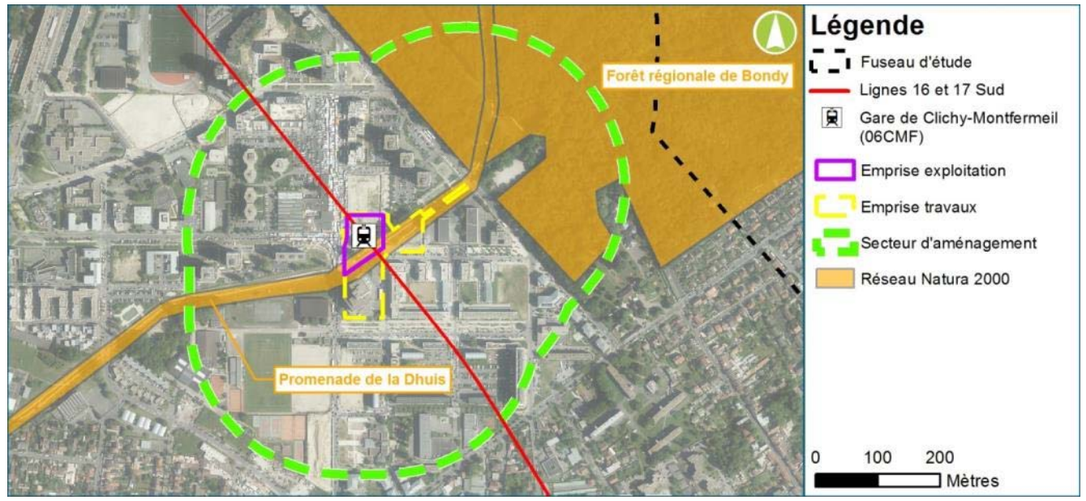
En revanche, la promenade de la Dhuis, entité du site Natura 2000 « ZPS de Seine-Saint-Denis » est concernée par l'emprise travaux de la gare de Clichy-Montfermeil, dans sa partie urbaine.

La promenade de la Dhuis ne comporte pas d'habitats favorables aux espèces évaluées : alignements d'arbres, cheminement piéton, pelouses et parvis de la tour Utrillo.

Ainsi, les emprises du projet, en phase travaux et exploitation, n'ont aucune incidence sur les habitats de vie des espèces ayant justifié la désignation du site Natura 2000. Les cartes suivantes exposent, les emprises en phase travaux, concernant uniquement des habitats non utilisés par les espèces, et les emprises définitives, cantonnées à la partie supérieure de la promenade dans des zones d'habitats non utilisés par les espèces ayant justifié la désignation du site.

Le projet n'occasionne pas d'imperméabilisation au sol plus étendue qu'actuellement. De plus après la construction de la partie souterraine de la gare, le projet prévoit le réaménagement paysager et au sol de la promenade.

En phase d'exploitation, l'émergence de la gare sera située en bordure de la promenade de la Dhuis, dont l'intégrité sera ainsi préservée. À ce titre, le projet ne présente pas d'incidence directe sur la promenade à terme, et notamment sur les habitats des espèces ayant justifié la désignation du site Natura 2000.



La promenade de la Dhuis dans le secteur d'aménagement de la gare de Clichy-Montfermeil

S'agissant des effets indirects, l'exploitation de la gare de Clichy-Montfermeil est susceptible d'entraîner une augmentation de la fréquentation du secteur, ce qui pourrait, sur la promenade de la Dhuis, limiter l'amélioration souhaitée des fonctionnalités écologiques du site. Dans ce cadre, des mesures d'accompagnement permettront d'améliorer les habitats initialement présents et permettre à certaines espèces des milieux boisés, comme les Pics, d'utiliser la zone.

Les dispositions suivantes ont donc été étudiées :

- implantation d'arbres de haute tige sur le parvis de la gare : hêtres, pins, bouleaux implanté à faible distance pour permettre les vols courts d'un arbre à l'autre) ;
- mise en place de nichoirs pour les Mésanges, Sitelles et Troglodyte mignon ;
- aménagement végétal au sol (pierre sèche et cavités) ;
- traitement des surfaces vitrées situées perpendiculairement aux circulations des oiseaux pour éviter de former un obstacle invisible au vol (sérigraphie ou éviter les transparences axées parallèlement à la promenade de la Dhuis) ;
- pas d'éclairage artificiel nocturne des arbres et flux lumineux des luminaires dirigés exclusivement vers le bas.

Avec la mise en œuvre de l'ensemble de ces mesures, les impacts indirects du projet en phase d'exploitation sont considérés comme non significatifs.

Concernant les impacts indirects :

- Sur les habitats et la flore des zones naturelles protégées recensées au sein du fuseau d'étude :
  - Pour la réserve des Iles de Chelles : compte tenu de la distance des travaux à la réserve naturelle aucun impact n'est attendu ;
  - Pour la forêt de Bondy : le site de travaux de la gare de Clichy-Montfermeil (06CHL) l'impact indirect brut sur les habitats et la flore peut être le risque d'envol de poussières. **Cet impact et les mesures associées sont traités dans le chapitre relatif aux habitats naturels et à la flore ci-après.**
- Sur la faune des zones naturelles protégées recensées au sein du fuseau d'étude :
  - Pour la réserve des Iles de Chelles : compte tenu de la distance du site des travaux à la réserve aucun impact n'est attendu ;
  - Pour la forêt de Bondy : le site de travaux de la gare de Clichy-Montfermeil (06CHL) étant à proximité immédiate de la forêt de Bondy, les impacts bruts seront indirects sur la faune, et peuvent correspondre aux impacts de dérangement de la faune et de perturbation des fonctionnalités écologiques. **Cet impact et les mesures associées sont traités dans le chapitre relatif à la faune ci-après.**

9.3.1.2. Zones faisant l'objet d'une gestion conservatoire

Les emprises travaux nécessaires à la réalisation de l'ouvrage annexe 0603P (chemin de la peau Grasse à Chelles), sont localisées au sein de l'Espace Naturel Sensible du Montguichet. Ce site comprend l'ensemble des massifs boisés de Montguichet ainsi que les espaces agricoles et prairiaux situés sur les coteaux et couvre un très vaste territoire.

Type de zonage	Nom	Surface totale – communes concernées	Surface au sein des emprises travaux (ha)
Espace Naturel Sensible	Montguichet	54 ha - Chelles	2,661

Zones naturelles faisant l'objet d'une gestion conservatoire au sein du fuseau d'étude et surface d'emprise au sein des emprises travaux

Site du Montguichet, au sein du secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe 0603P (Egis, 2015)

Secteur d'aménagement de l'OA 0603P à Chelles et Espace Naturel Sensible du Montguichet (Egis, 2016)

Une partie de l'ENS sera impacté par les travaux. Les milieux concernés sont des grandes cultures, des prairies, des friches, des fourrés et des taillis boisés. Des précautions particulières seront apportées en phase chantier afin de restreindre les interventions à la zone de travaux et de réduire les impacts sur les milieux. Il s'agit :

- **De mesures de suivi écologique de chantier et de management environnemental,** comprenant la délimitation fine des emprises et de balisage des emprises du chantier. **Cette mesure est développée dans le chapitre relatif aux impacts sur la faune ci-après** ;

- **Des mesures visant à préserver la flore et les habitats naturels** ;
  - En limitant les emprises et le déboisement au strict nécessaire ;
  - En limitant le risque d'envol de poussières ;
  - En mettant en place des mesures de gestion visant à éradiquer les Espèces Exotiques Envahissantes.

- **Des mesures de réduction des impacts directs et indirects sur la faune**, développées ci-après dans le chapitre relatif aux impacts sur la faune ci-après. Outre le suivi écologique, les principales mesures concernent :
  - La mise en place de dispositifs visant à protéger la faune (clôtures petite faune y compris pour les amphibiens, rendre la zone de travaux peu attractive) ;
  - La limitation des nuisances sonores et émissions lumineuses (gestion de l'éclairage) visant à diminuer le dérangement de la faune ;
  - L'adaptation du calendrier des travaux – faisabilité en cours de consolidation.

En fin de travaux, les milieux seront mis en état.

La faisabilité de la mesure d'adaptation du calendrier des travaux pour ce secteur d'aménagement est en cours de consolidation. En effet, pour des raisons de planification, les travaux sur le site de l'ouvrage 0603P devront être réalisés dès l'obtention de l'autorisation unique, soit courant de l'été 2017.

L'ouvrage 0603P est un puits de départ de tunnelier, dont le démarrage de façon anticipée, dès le dégagement des emprises réalisé, permet de garantir la mise en service de la ligne à fin 2023.

Néanmoins, une optimisation du planning des travaux sur cet ouvrage est en cours, afin de permettre à la Société du Grand Paris d'effectuer les premiers travaux préférentiellement dans la période la moins impactante pour le milieu naturel. Compte-tenu des enjeux présents au sein du site, la première période d'intervention se fera autant que faire se peut en fin d'été (septembre à octobre), hors des périodes très sensibles pour la faune, correspondant à la période de reproduction et d'élevage des jeunes.

9.1.1.1. Zones inventoriées

Deux secteurs d'aménagement d'ouvrages sont concernés par des Zones Naturelles Intérêt Écologique, Faunistique et Floristiques (ZNIEFF) :

- Secteur d'aménagement de la gare de Clichy-Montfermeil (06CMF) : un effet d'emprise temporaire de 0,53 ha ;

- Secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe 0603P chemin de la peau grasse à Chelles : proximité immédiate au site de travaux.

Les emprises travaux nécessaires à la réalisation de l'ouvrage 0603P sont localisées en bordure de la ZNIEFF 1 « Côte de Beauzet et Carrière Saint-Pierre ». Aucun effet d'emprise n'est attendu, mais des précautions particulières seront apportées en phase chantier afin d'éviter toute atteinte directe à la ZNIEFF. Il s'agit :

- De mesures de délimitation fine des emprises et de balisage des emprises du chantier. **Cette mesure est développée dans le chapitre relatif aux impacts sur la faune ci-après ;**

- **De mesures d'évitement et de réduction des impacts directs et indirects sur la faune, développées ci-après dans le chapitre relatif aux impacts sur la faune ci-après.**

La ZNIEFF 2 « Massif de l'Aulnoye, Parc de Sevran et la Fosse Maussoin » regroupe trois grandes entités forestières, ainsi que les carrières de Livry-Gargan et de Vaujours, les anciens vergers de Coubron et l'aqueduc de la Dhuis. La zone concernée par les emprises travaux de la gare de Clichy-Montfermeil (06CMF), correspond à la promenade de la Dhuis, également concernée par un zonage Natura 2000 (les impacts et mesures sur les sites Natura 2000 sont traités dans le chapitre VI du présent volet E3).

Type de zonage	Nom	Surface totale – communes concernées	Surface au sein des emprises travaux (ha)	Secteur d'aménagement concerné
ZNIEFF 1	77108001 : Côte de Beauzet et Carrière Saint-Pierre	92,04 ha - Chelles, Gagny, Montfermeil	0	0603P (en bordure immédiate)
ZNIEFF 2	93015021 : Massif de l'Aulnoye, Parc de Sevran et la Fosse Maussoin	792 ha - Coubron, Vaujours, Clichy/Bois, Livry-Gargan, Montfermeil, Sevran, Villepinte	0,53	06CMF

Zones d'inventaires recensées au sein du fuseau d'étude et surface d'emprise au sein des emprises travaux

9.3.2. Habitats naturels et flore

Les impacts lors de la phase chantier sur les habitats naturels et la flore sont de deux types :

- Impact quantitatif direct, la destruction directe d'habitats naturels.

  Il s'agit de **destruction d'habitats naturels et d'espèces végétales patrimoniales ou ordinaires** qui peuvent constituer, ou non, la niche écologique d'espèces animales : zone de présence habituelle, de chasse, de reproduction, d'alimentation, de repos, d'hivernage, corridors biologiques.

- Impact qualitatif indirect :
  - **le risque de dégradation indirecte des habitats naturels et des habitats d'espèces animales** :
    - par pollution accidentelle du milieu, notamment via les ressources en eau, avec répercussion à l'aval de la zone des travaux ;
  - **le risque de diffusion / favorisation d'espèces végétales invasives**.

Le détail des impacts et des mesures par site de travaux ainsi que les espèces concernées par les mesures est présenté dans la carte de synthèse des impacts et mesures par sites de travaux, en fin de chapitre.

9.3.2.1. Impact direct dus aux emprises sur des habitats naturels et la flore

Il s'agit de la destruction d'habitats naturels et d'espèces végétales ordinaires présentes au sein des emprises des travaux.

La majorité des secteurs d'aménagements sont concernés par cet impact, le détail est reporté dans le tableau page suivante.

Flore patrimoniale

Concernant la flore patrimoniale, cet impact est sans objet : la seule espèce végétale patrimoniale recensée (le Laiteron des Marais, dans le secteur d'aménagement de la future gare de Sevran-Livry (05SEL)) est localisée en extrémité Est du secteur d'aménagement, hors des emprises travaux et à distance de ces dernières. **Aussi, aucun effet direct ou indirect n'est attendu sur la flore patrimoniale.**

Habitats naturels

En totalité, la réalisation du projet entraine un effet d'emprise de **17,5 ha** sur des habitats naturels lors de la phase du chantier (pour une surface totale d'emprise travaux de 61,7 ha).

Le tableau suivant présente, pour chaque type d'habitat naturel recensé dans les secteurs d'aménagement des ouvrages, les surfaces concernées par les emprises travaux.

Habitats concernés par les emprises travaux (code Corine Biotope)	Niveau d'enjeu initial de l'habitat	Surface totale concernée par les emprises travaux (ha)	Secteur d'aménagement concerné (surface en ha)	Pourcentage impacté sur la superficie totale de l'habitat (%) (surface totale = cumul secteur d'aménagement)
Alignement d'arbres (84.1)	Faible	2.61	0101P (0,0464 ha), 0102P (0,0075 ha), 0104P (0,0223 ha), 0202P (0,1863 ha), 0220P (0,2009 ha), 02LBM (0,2998 ha), 0301P (0,0379 ha), 0302P (0,0411 ha), 0303P (0,0048 ha), 03ALN (0,378 ha), 0401P (0,0139 ha), 04SEB (0,0475 ha), 0503P (0,0483 ha), 05SEL (0,4324 ha), 0604P (0,0041 ha), 06CMF (0,5283 ha), 0701P (0,0179 ha), 0702P (0,0188 ha), 0704P (0,0373 ha), 07CHL (0,0321 ha), 3300P (0,0348 ha), 3301P (0,0338 ha), 3302P (0 ha), 3304P (0,0453 ha), 3402P (0,0432 ha), 6301P (0,0442 ha), 6401P (0,0062 ha)	5.89
Alignements d'arbres x Pelouse de parcs (84.1 x 85.12)	Faible	0.08	0104P (0,0459 ha), 3303P (0,0402 ha)	10.97
Chênaie – charmaie (41.2)	**Modéré**	**0.0002**	**0603P (0,0002 ha)**	**0.001**
Fourrés médio-européens sur sol fertile (31.81)	**Modéré**	**0.035**	**0603P (0,0353 ha)**	**1.62**
Grande culture (82.11)	Faible	0.83	0603P (0,8389 ha)	4.21
Parcelle boisée de parcs x pelouse de parcs (85.11 x 85.12)	Faible	0.062	3300P (0,0002 ha), 34LCO (0,0621 ha)	*
Parcelles boisées de parc (85.11)	Faible	0.42	0401P (0,0049 ha), 0503P (0,2764 ha), 05SEL (0,1457 ha)	2.93
Parterre de fleurs, avec arbres et avec bosquets en parc (85.14)	Faible	0.14	34LCO (0,1446 ha)	45.15
Pelouse de parc (85.12)	Faible	7.78	0104P (0,1082 ha), 0202P (2,3489 ha), 0210P (0,28 ha), 0220P (2,3795 ha), 02LBM (0,3421 ha), 0302P (0,0654 ha), 03ALN (0,9125 ha), 0401P (0,6667 ha), 0503P (0,5302 ha), 3300P (0 ha), 34LCO (0,1554 ha)	14.14
Petit bois, bosquet (83.321 ; 84.3)	Faible	1.86	0602P (0,0016 ha), 0604P (0,0545 ha), 0101P (0,0001 ha), 0102P (0,0377 ha), 0201P (0,2461 ha), 0202P (0,0344 ha), 0220P (0,0032 ha), 02LBM (0 ha), 0302P (0,0515 ha), 0303P (0,0184 ha), 04SEB (0,0174 ha), 0503P (0,1016 ha), 0504P (0,0075 ha), 0601P (0,0032 ha), 0603P (0,5693 ha), 06CMF (0,0173 ha), 0703P (0,015 ha), 0704P (0,0057 ha), 0704P SUD , 0,4644 ha), 07CHL (0,0003 ha), 3301P (0,0581 ha), 3302P (0,1255 ha), 33SDP (0,0009 ha), 6301P (0,0351 ha)	2.89
Petits parcs et squares citadins (85.2)	Faible	0.15	3401P (0,152 ha)	1.22
Prairie à fourrage des plaines (38.2)	**Modéré**	**0.81**	**0603P (0,8106 ha)**	**14.47**
Terrain en friche (87.1)	Faible	2.19	0102P (0,3497 ha), 01LBG-0100P-3403P (0,551 ha), 0503P (0,1193 ha), 05SEL (0,2971 ha), 0601P (0,1781 ha), 0603P (0,3278 ha), 0703P (0,1 ha), 3301P (0,0077 ha), 3303P (0,0087 ha), 6401P (0,2572 ha)	9.50
Zones rudérales (87.2)	Faible	0.47	3303P (0,4725 ha)	10.83

Surfaces d'habitats naturels directement concernées par la réalisation du projet (Egis, 2016)

Le tableau des surfaces d'habitats naturels directement concernés par la réalisation du projet montre que les habitats les plus concernés sont des pelouses de parcs, des alignements d'arbres urbains, des terrains en friche et des zones de bosquets.

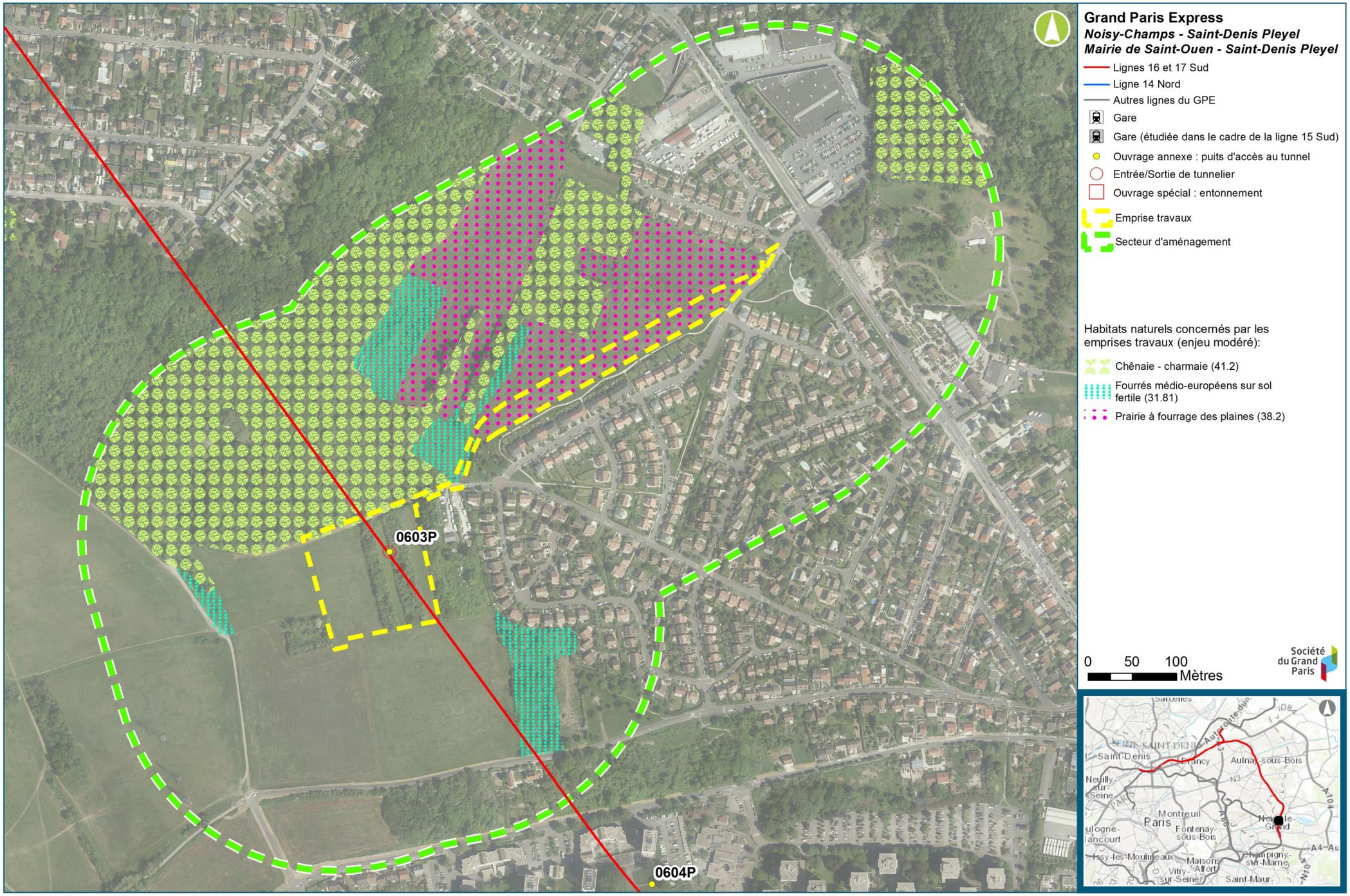
Aucun de ces habitats n'est protégé ou patrimonial, et ne représentent pas un enjeu particulier pour les populations végétales ou animales, et sont majoritairement d'origine artificielle. Les autres habitats impactés ont également un caractère anthropisé.

Les emprises du projet, essentiellement contenues dans des zones urbaines, se manifestent sur des habitats d'enjeu limité, aucun habitat d'intérêt ou protégé n'est concerné.

Le niveau d'impact brut est considéré comme globalement faible sur l'ensemble du projet, et **modéré pour un secteur d'aménagement en particulier : le secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe 0603P** pour les emprises sur fourrés médio-européens sur sol fertile, une zone de chênaie-charmaie et un secteur de prairie à fourrage des plaines.

La carte page suivante illustre cet effet d'emprises sur les habitats naturels à enjeux modérés pour le site de l'ouvrage annexe 0603P.

Concernant l'emprise sur la zone de chênaie-charmaie, rattachée au bois du Montguichet (boisement au sens du code forestier), le volet H du présent dossier de demande d'autorisation unique constitue la demande d'autorisation de défrichement, sollicitée pour la réalisation de cet ouvrage 0603P uniquement.



Habitats naturels à enjeux modérés concernés par les emprises travaux – secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe 0603P à Chelles (Egis, 2016)

9.3.2.2. Mesure d'évitement des impacts directs dus aux emprises

Ces mesures consistent en l'adaptation du projet aux enjeux écologiques en phase de conception. Ainsi, l'adaptation du projet aux enjeux écologiques dès la conception a permis :

- L'évitement des zones aux enjeux écologiques les plus élevés, notamment pour la localisation des émergences des ouvrages ;
- L'adaptation des dispositions constructives des ouvrages.

Le tableau ci-après présente ces adaptations de conception.

Secteurs de projet - Ouvrage	Zone à enjeu	Conception initiale	Intégration des enjeux écologiques – conception actuelle
Gare de Chelles	ZSC « Bois de Vaires »	Creusement de la gare de Chelles en tranchée couverte, sans paroi moulée, sur une profondeur de 32 m	Construction de la boite de la gare de Chelles en paroi moulée (maitrise des incidences indirectes hydrogéologiques, cf chapitre EV-6) Profondeur de la gare de 29 m.
	Parc du souvenir (espace boisé classé) en bordure nord du site de la gare	Emprise sur le parc boisé	Optimisation de l'emprise chantier avec évitement du parc du souvenir
Ouvrage annexe 0603P – Site du Montguichet	Site du Montguichet	Emprise chantier sur une bande boisée en bordure Est du site de l'ouvrage, en continuité avec le bois du Montguichet	Évitement de la bande boisée en bordure Est du site de l'ouvrage
Gare de Clichy-Montfermeil	ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » et plus particulièrement : Forêt de Bondy	Variante en tranchée couverte au sein de la forêt de Bondy	Abandon des variantes en tranchée couverte au sein de la forêt de Bondy
Gare de Sevran-Livry	Canal de l'Ourcq	Construction en tranchée couverte de cette gare nécessitant, soit le détournement complet du canal, soit la coupure du canal par moitié	Canal de l'Ourcq évité. Pas d'impact sur les berges. Maintien de la végétation des bords du Canal de l'Ourcq
Section entre les gares de Sevran-Beaudottes et Aulnay	ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » et plus particulièrement : Parc du Sausset,	Variante passant au droit de l'Etang de Savigny	Intégration systématique de la technique des parois moulées dans les méthodes constructives des tranchées (maitrise des incidences indirectes hydrogéologiques, cf chapitre EV-6) Adoption de la variante la plus éloignée du Parc du Sausset
Gare du Blanc – Mesnil	Parc Jacques Duclos – Espace Boisé Classé	Emprise chantier sur une parcelle boisée du parc Jacques Duclos	Optimisation de l'emprise chantier avec évitement de la parcelle boisée et report de l'emprise nécessaire sur un secteur de pelouse rase de parc.
Gares du Bourget RER et de La Courneuve « Six Routes »	ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » et plus particulièrement : Parc Georges Valbon, Parc du Sausset	Creusement des gares sans parois moulées	Intégration systématique de la technique des parois moulées dans les méthodes constructives des tranchées couvertes (maitrise des incidences indirectes hydrogéologiques, cf chapitre EV-6)

Adaptation du projet aux enjeux écologiques

9.3.2.3. Mesures de réduction des impacts directs dus aux emprises

Délimitation fine des emprises du chantier

A la traversée des milieux naturels ou semi-naturels, les emprises chantier devront être limitées au maximum, afin de limiter l'impact sur les habitats naturels et les habitats d'espèces.

Les secteurs concernés par cette mesure sont les suivants :

- Le secteur d'aménagement de l'ouvrage 0603P à Chelles : secteur de travaux en bordure du bois du Montguichet et au sein d'habitats naturels à enjeux modérés ;
- Le secteur d'aménagement de l'ouvrage 0503P à Livry-Gargan : secteur de travaux en bordure d'une zone boisée (hors emprise) ;
- Le secteur d'aménagement de la gare de Sevran-Livry (05SEL) : secteur de travaux en bordure d'habitats naturels (friches et alignements d'arbres) en bordure du canal de l'Ourcq.

Exemples de balisage de zones à enjeux écologiques (BIOTOPE, 2014)

Les matériaux utilisés pour le balisage, notamment la rubalise, plus difficile à éliminer à la fin des chantiers, devront être biodégradables au maximum et faire l'objet d'un enlèvement spécifique. Ces balisages devront être effectués sous le contrôle d'un écologue.

Au sein des emprises balisées, seront interdits :

- La circulation et les manœuvres d'engins ;
- Le dépôt de matériel ;
- Le stockage, même temporaire, de matériaux ;
- Toute autre activité susceptible de dégrader le milieu.

Les entreprises travaillant à proximité des zones sensibles devront veiller à ne pas dégrader la clôture. L'état de la clôture sera vérifié lors des visites de chantier préconisées dans le suivi de chantier. En cas de dégradation, l'entreprise responsable assurera, le cas échéant, les réparations adéquates.

Remise en état des milieux et amélioration fonctionnelle à la fin des travaux

De façon générale, il convient de rappeler que les emprises travaux seront remises en état, avec un objectif de retrouver un état identique à l'état initial, à l'exception des emprises définitives (parvis des gares, grilles des ouvrages annexes…). Pour rappel, les emprises exploitations sont réduites et conçues de façon à valoriser et restituer au maximum les parcelles concernées. Pour le milieu naturel, cela concerne ainsi les zones de pelouses, parcs urbains, talus routiers, etc…

Néanmoins, certains secteurs à enjeux écologiques plus élevés sont concernés par une mesure de remise en état des milieux et d'amélioration fonctionnelle à la fin des travaux, présentée dans les paragraphes suivants.

- **Remise en état des habitats naturels**

Une fois les travaux terminés, les habitats situés dans l'emprise temporaire du projet seront réhabilités afin d'être rendus à nouveau favorables pour la biodiversité, notamment pour les espèces protégées concernées par le projet.

La réhabilitation des habitats intervient tant pour réduire la perte surfacique permanente d'habitats exploités par les espèces protégées que pour réduire le risque d'érosion dû à la perte d'habitats boisés.

Dans les secteurs à enjeux écologiques comme le 0603P, le 0503P, le 0401P et la future gare de Clichy-Montfermeil (Promenade de la Dhuys, 06CMF), il pourra être proposé des semences issues de pépinières agrées « Label Végétal Local ». Ce label garantit notamment la traçabilité des données (provenance de graines issues de la même région biogéographique) et permet de favoriser la diversité génétique (réduction des maladies,…). Cela concerne aussi bien les semis d'espèces herbacées que les plants d'arbustes et d'arbres.

Pour ces secteurs à enjeux écologiques cités ci-avant, les milieux naturels ouverts impactés lors du chantier (emprises temporaires) seront remis en état à l'identique :

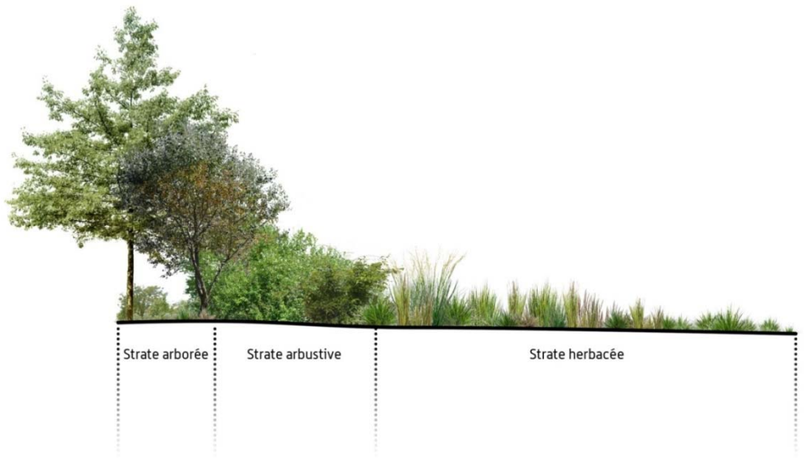
- Les emprises des travaux seront remises en état sous le contrôle d'un écologue qui veillera à restituer à ces emprises leur fonctionnalité écologique ;
- Les terres végétales seront replacées, après avoir été conservées avec respect des différents horizons, sur une zone de mis en défends pour éviter tout dommage et/ou prélèvement ;
- Pour limiter l'implantation d'espèces exotiques envahissantes, un léger réensemencement (palette végétale locale et appropriée au contexte de chaque secteur) sera réalisé, avec des graines issues du Label Végétal Local pour les secteurs à enjeux ;

Pour ce qui concerne la remise en état des milieux boisés ou arborés, il s'agira de réaliser des plantations, selon les modalités suivantes :

- La taille des sujets sera adaptée au contexte du secteur et ses enjeux écologiques ;
- Cette mesure visera à replanter des arbres de haute tige au niveau des espaces boisés qui auront été détruits pour l'implantation des zones temporaires de chantier en prenant soin de respecter les essences qui étaient présentes avant l'abattage, tant est que celles-ci soient indigènes et non-envahissantes ;

- Les essences à replanter seront choisies parmi le cortège actuellement présent c'est-à-dire, le Chêne pédonculé (*Quercus robur*), la Charme commun (*Carpinus betula*),… pour les la strate arborée, l'Aubépine à un style (*Crataegus monogyna*), le Prunellier (*Prunus spinosa*), l'Orme champêtre (*Ulmus minor*), le Cornouillier sanguin (*Cornus sanguinea*),…pour la strate arbustive. Une concertation avec les entreprises chargées du projet paysager sera nécessaire avant de se caler sur les essences à planter ainsi que le traitement des strates.

En bordure des habitats boisés replantés, une recréation de lisières sera mise en place. Ceci résultera d'une part en une meilleure structuration des milieux boisés, donc en une augmentation de l'exploitation par l'entomofaune, proie des chiroptères et de certains oiseaux et ainsi en une augmentation de l'attractivité de ces lisières pour les chiroptères et certaines espèces d'oiseaux, tant pour la chasse de manière opportuniste que pour le déplacement.



Principe du traitement de lisière (Egis, 2016)

Fonctionnalités écologiques

Cette mesure de remise en état et d'amélioration fonctionnelle s'exprime différemment en fonction des groupes visés, ainsi :

- Les aménagements de types arbustif et arboré linéaires permettront de renforcer les axes de transit régulier des espèces dans leurs zones de présence, mais aussi de créer des zones d'alimentation dans des secteurs dégradés ou urbanisés. Les groupes d'espèces visés sont les mammifères, notamment ceux à grand rayon d'action, les chiroptères à affinité d'habitats anthropiques, les amphibiens (voies de migrations dans les zones humides), les reptiles (repos, reproduction, dispersion), les oiseaux (cortèges des milieux boisés, semi-ouverts) et les insectes ;

- Les aménagements plus ponctuels peuvent jouer le rôle de perchoirs (chiroptères, oiseaux), de support de repos (chiroptères, oiseaux voire invertébrés) et de défense du territoire (oiseaux).

- Enfin, les massifs arbustifs sont des lieux de vie de nombreux invertébrés, proies des chiroptères, oiseaux et autres reptiles utilisant ces milieux pour la chasse.

Mammifères terrestres

La remise en état des sites vise la reconstitution des corridors de déplacement quotidiens pour les mammifères, ainsi que des habitats de vie ou de chasse, par des aménagements de type arbustifs et arborés. À terme, le milieu se reconstituera et sera rapidement favorable aux mammifères terrestres.

Chiroptères

La remise en état des sites vise la reconstitution des corridors fonctionnels pour les chauves-souris. Outre le traitement de lisières, cette mesure se traduira également par un renforcement du maillage de haies, d'alignement boisés, d'arbres et de bosquets.

La densification du maillage boisé sera étudiée pour permettre une connexion entre habitats favorables (habitats existants et habitats projetés), assurer le déplacement des espèces (via des structures guides) et échanges entre populations. Ils offriront, de plus, de nouveaux territoires, pour la chasse.

A terme, cela permettra :

- de constituer des corridors de transit non fragmentés et reliés ou à proximité immédiate des zones naturelles déjà utilisées par les espèces ;

- de permettre l'accès aux zones de chasse de façon à ce que les individus puissent exploiter les surfaces végétalisées.

Cette mesure sera ainsi réalisée au sein de plusieurs secteurs d'aménagement (cf ci-après le chapitre spécifique aux mesures pour le groupe des chiroptères), dont le site de la future gare de Clichy-Montfermeil avec notamment l'amélioration de la continuité fonctionnelle entre la promenade de la Dhuis et la forêt de Bondy, ou le 03303P, au niveau du Canal Saint-Denis.

Sur le site du Montguichet (proche de l'ouvrage 0603P), la remise en état après travaux sera validée avec le gestionnaire, l'Agence des Espaces Verts (AEV) de la région Ile-de-France. Une colonisation naturelle des espèces sur site pourra être proposée, en fonction du risque d'implantation d'espèces exotiques. Le cas échéant, un semis d'espèces indigènes locales sera proposé.

Amphibiens

Lors du passage dans des zones à hydromorphie importante, toute modification de la microtopographie du sol engendrée par le chantier devra être rectifiée. Cela nécessitera un soin particulier pour la remise en état des fossés et l'élimination des ornières.

Les zones boisées seront reconstituées par le biais de plantations. Les habitats favorables au maintien des connexions entre populations seront également reconstitués. Il s'agit notamment de replanter des trames végétales permettant de reconstituer des axes de migration et des connexions pour les amphibiens, entre les zones d'hivernage et les zones de reproduction : haies arborées, arbustives ou buissonnantes, vecteurs de déplacements.

Les haies seront reconstituées en prenant soin de connecter deux habitats favorables fragmentés, dans la limite des emprises définitives ou acquises du projet.

Cette mesure consolidera la fonctionnalité des alignements arborés, arbustifs et des lisières en tant qu'axes préférentiels de déplacement pour les amphibiens.

Reptiles

Par leurs structures verticales et horizontales hétérogènes, les lisières présentent une diversité de micro-habitats, de gradients de température et d'humidité favorables à une diversité de reptiles. Cette diversification est favorisée par l'hétérogénéité de la structure des peuplements arborés et la diversification des espèces d'arbres et d'arbustes. En général, la circulation des espèces ne s'opère véritablement que si les différentes strates sont présentes et surtout continues, en particulier l'ourlet herbacé. La largeur de l'ourlet herbacé peut être variable mais néanmoins jamais inférieure à 1 mètre pour permettre la dispersion des espèces.

À terme, le milieu se reconstituera tel qu'à l'état initial et sera rapidement favorable aux serpents et lézards. De plus, les nouveaux milieux créés (surfaces minéralisées au sein des emprises définitives) pourront être attractifs pour les lézards.

Oiseaux

La remise en état des sites vise la reconstitution des corridors fonctionnels pour les oiseaux. Outre le traitement de lisières, cette mesure se traduira également par un renforcement du maillage de haies, d'alignement boisés, d'arbres et de bosquets. La densification du maillage boisé permettra de nouveaux habitats de vie pour les oiseaux (zone de chasse, aire de repos, site de nidification).

Les espaces urbains et artificialisés feront également l'objet de renforcement des trames paysagères, même si les connexions écologiques sont plus diffuses dans ces espaces. Les aménagements proposés présentent au moins l'intérêt d'insérer des patches de trame verte au sein des zones artificialisées.

Les aménagements projetés sont les suivants :

- encadrement des bâtiments par des massifs de graminées et d'arbustes ;
- plantations basses composées de massifs de graminées bordés de vivaces bases ;
- plantation de haies basses arbustives entre les puits d'accès et de secours et la voirie.

Insectes

Il conviendra d'assurer le maintien des caractéristiques du milieu initial après les travaux en reconstituant les zones endommagées par différentes techniques de génie végétal, lors de la remise en état. Cette mesure se traduira également une augmentation du maillage de haies, d'alignements boisés, d'arbres, de bosquets.

De même, les mesures mises en place dans le cadre du projet paysager seront favorables à la biodiversité et aux insectes. En effet, les espaces urbains et artificialisés feront l'objet de renforcement des trames paysagères, même si les connexions écologiques sont plus diffuses dans ces espaces. Les aménagements projetés sont les suivants :

- encadrement des bâtiments par des massifs de graminées et d'arbustes ;
- plantations basses composées de massifs de graminées bordés de vivaces bases ;
- plantation de haies basses arbustives entre les puits d'accès et de secours et la voirie.

Synthèse des sites concernés

Le tableau suivant fait la synthèse des sites concernés par la mesure de remise en état, ainsi que les groupes visés

Secteurs d'aménagements	Habitats naturels	Mammifères terrestres	Chiroptères	Amphibiens	Reptiles	Oiseaux	Insectes
0703P	-	X	-	-	X	X	-
0701P	-	X	-	X	X	-	-
07CHL	-	X	X	-	X	X	-
0604P	-	-	-	X	X	-	-
0603P	X	X	X	X	X	X	X
0602P	-	-	X	-	-	-	-
0601P	-	X	X	X	X	X	-
06CMF	X	-	X	-	X	-	X
0504P	-	-	X	-	-	X	-
0503P	X	X	X	X	X	X	X
05SEL	-	X	X	X	X	X	-
0401P	X	X	X	X	X	X	-
0303P	-	X	-	-	-	-	-
03ALN	-	X	-	-	X	X	-
02LBM	X	X	-	-	X	X	X

Synthèse des sites concernés par la mesure de remise en état et amélioration fonctionnelle et groupes visés

9.3.2.4. Impact indirect dû à la dégradation des habitats naturels

Il s'agit d'un risque potentiel de pollutions, accidentelle et/ou diffuse, par des produits toxiques, des hydrocarbures ou des matières en suspension dans les eaux de ruissellement ou les cours d'eau, de l'accumulation de poussières sur les habitats naturels et les habitats d'espèces.

Les milieux et espèces concernées sont :

- Tous les secteurs d'aménagement pour les habitats naturels qu'ils renferment (cf tableau de synthèse des emprises sur les habitats naturels au chapitre 9.2.2.1) ;
- Le secteur d'aménagement de la gare de Sevran-Livry (05SEL) dans lequel des espèces de faune et de flore inféodés aux milieux aquatiques et humides ont été recensées.

9.3.2.5. Mesures d'évitement du risque de dégradation des habitats naturels

La mesure d'évitement vis-à-vis du risque de dégradation des habitats consiste à la mise en place d'un management environnemental de chantier, avec notamment les dispositions d'évitement suivantes cf chapitre EV-4 relatif aux impacts et mesures du projet sur les eaux superficielles pour le détail des dispositifs envisagés:

- Mise en place d'aires étanches équipées d'un dispositif décanteur-déshuileur avant rejet pour le lavage des engins ;
- Mise en œuvre de systèmes sécurisés (de type bacs de rétention étanches) pour le stockage de produits polluants (hydrocarbures, huiles, adjuvants à béton, liants hydrauliques…) et groupes électrogènes à placer sur des bacs étanches abrités de la pluie ;
- Le cas échéant : mise en place d'aires étanches pour le lavage des toupies à béton et recueil vers dispositif spécifique assurant décantation, correction du pH et déshuilage ;
- Réalisation d'un triage et évacuation des déchets vers des filières adaptées.

9.3.2.6. Mesures de réduction du risque de dégradation des habitats naturels

Les dispositions de réduction des impacts, incluses dans le Management Environnemental de Chantier sont les suivantes cf chapitre EV-4 relatif aux impacts et mesures du projet sur les eaux superficielles pour le détail des dispositifs envisagés:

- Traitement des eaux avant rejet ;
- Mise en œuvre d'un dispositif de traitement spécifique des eaux d'exhaure et des eaux de ruissellement. Le traitement devra permettre d'isoler les MES, corriger le pH, et déshuiler avant rejet. Le point de rejet des eaux d'exhaure devra être précisé sur les plans d'installation de chantier ;
- Mise en œuvre d'un système global d'assainissement provisoire des ruissellements notamment pour les aires de stockage de matériaux ;
- Établissement et application d'un Schéma d'Intervention de chantier en cas de pollution accidentelle.

9.3.2.7. Mesures d'accompagnement vis-à-vis du risque de dégradation des habitats naturels

Les mesures d'accompagnement, incluses dans le Management Environnemental de Chantier sont les suivantes :

- Suivi qualitatif (notamment pour les hydrocarbures et les MES) des eaux issues des rejets des installations de chantier (cf chapitre EV-4 relatif aux impacts et mesures du projet sur les eaux superficielles pour le détail des dispositifs envisagés);
- Optimisation de la consommation d'eau.

9.3.2.8. Risques de diffusion / favorisation d'espèces végétales invasives

La mise à nu du sol peut favoriser l'installation et le développement de plantes invasives diverses, souvent très concurrentielles sur les sols perturbés, et ainsi concurrencer les espèces floristiques indigènes.

Les impacts peuvent alors s'exercer à différentes échelles et souvent de façon simultanée. De manière générale, les espèces exotiques envahissantes sont capables de modifier considérablement les conditions abiotiques initiales et notamment les flux de nutriments au sein de l'écosystème. Elles conduisent à la formation de tapis mono spécifiques qui recouvrent la végétation initiale à des degrés divers, altèrent la composition des communautés végétales en changeant l'abondance relative d'espèces indigènes (appauvrissement, compétition interspécifique avec des espèces protégées, rares ou menacées…) et leur dynamique dans les successions végétales. Ces effets qui apparaissent à l'occasion des travaux, peuvent se poursuivre au-delà de la mise en service, générant des effets permanents.

Tous les secteurs d'aménagements sont concernés pour leurs habitats naturels et tous les habitats d'espèces animales en présence.

9.3.2.9. Mesure de réduction du risque de diffusion / favorisation d'espèces végétales invasives

Il sera nécessaire d'éviter la dispersion des espèces végétales invasives en phase chantier (notamment lors de l'exportation des gravats et surtout de la terre végétale). Pour cela, il est préférable d'éviter au maximum l'export de terre et de gravats.

Cet export sera sûrement nécessaire dans le cadre des travaux d'aménagement. La terre végétale devra donc être contenue dans des systèmes clos (camions bâchés) et subir un traitement permettant la destruction de l'ensemble des propagules (compostage en site contrôlé).

Les surfaces mises à nu seront à revégétaliser rapidement (par exemple à l'aide de semences d'espèces herbacées locales) pour éviter une nouvelle expansion des espèces végétales invasives. Les repousses seront contenues, dans la mesure du possible, par l'entretien de la zone identifiée.

Des mesures prophylactiques spécifiques (nettoyage du matériel et des engins, en particulier les godets, roues, chenilles, etc.) seront à envisager afin d'éviter la propagation d'espèces invasives.

Un état initial relatif aux « plantes invasives » devra être effectué sur les zones de chantier et les bases travaux, avant le démarrage des travaux. Un état final « plantes invasives » sera à réaliser pour comparer et mettre en place des mesures de restauration si nécessaire.

En tout état de cause, la « non propagation des plantes invasives » devra apparaitre dans le cahier des charges des entreprises effectuant les travaux.

9.3.3. Faune et fonctionnalités écologiques

Les impacts lors de la phase chantier sur les différents groupes faunistiques étudiés sont de deux types :

- Impact direct de risque de destruction d'individus, principalement celles peu mobiles ou durant certaines phases de leur cycle biologique (notamment la période de reproduction) lors du passage des engins de chantier ;
- Impact indirect de dérangement et perturbation avec :
  - La perturbation du fonctionnement écologique de milieux naturels situés aux abords immédiats de la zone de travaux ;
  - Le dérangement de la faune utilisant les milieux situés à proximité des travaux pouvant induire un arrêt temporaire de la fréquentation du site par les espèces les plus sensibles.
- La coupure d'axes de déplacement.

Ces impacts temporaires seront principalement limités à l'emprise des travaux, les impacts de dérangement pouvant intervenir au-delà de celles-ci mais restreints au secteur d'aménagement (zone tampon de 250 m autour des emprises travaux).

Le détail des impacts et des mesures par site de travaux ainsi que les espèces concernées par les mesures est présenté dans la carte de synthèse des impacts et mesures par sites de travaux, en fin de chapitre.

9.3.3.1. Impacts par destruction d'individus

Il s'agit de la destruction d'espèces animales peu mobiles présentes sur l'emprise des travaux.

Cet impact ne se mesure pas en tant que perte de territoire de la population concernée, mais par la réduction des effectifs de celle-ci. En cas de population fragmentée ou à faibles effectifs, cet impact permanent peut avoir un effet réellement néfaste sur la viabilité et la pérennité de la population présente. En outre, un impact accru sur une classe d'âge de la population peut également porter préjudice quant au renouvellement des effectifs au cours des années suivantes (exemple d'un impact sur une cohorte de jeunes reproducteurs). Néanmoins, ce point reste particulièrement limité dans le cadre du projet, étant donné la quasi-omniprésence de zones urbaines et la présence par patchs de zones naturelles et semi-naturelles : au vu des caractéristiques du projet (émergences ponctuelles et tracé entièrement souterrain), cette configuration n'implique pas de fragmentation entre habitats favorables aux espèces.

Tous les secteurs d'aménagements sont concernés pour les espèces animales peu mobiles en présence, avec notamment : les reptiles, les amphibiens, le Hérisson d'Europe, les insectes, les chiroptères en gites d'estivage ou d'hivernage, ainsi que les œufs et individus juvéniles peu mobiles de toutes espèces.

> *Malgré la mise en œuvre de mesures d'évitement et de réduction, le projet ne peut éviter tous les impacts sur la faune et leurs habitats, notamment les espèces protégées. Le projet est ainsi soumis à l'obtention d'une dérogation à la protection stricte des espèces protégées et de leurs milieux associés. Le volet G du présent dossier de demande d'autorisation unique constitue cette demande de dérogation. Les enjeux, impacts et mesures proposées vis-à-vis des espèces protégées sont ainsi développés dans ce volet.*

9.3.3.2. Mesure d'évitement de destruction d'individus

L'adaptation du projet aux enjeux écologiques dès la conception a permis l'évitement des zones aux enjeux écologiques les plus élevés, notamment en termes de populations animales (voir chapitre précédent).

9.3.3.3. Mesures de réduction du risque de destruction d'individus

Rendre la zone de travaux peu attractive

L'objectif de cette mesure est de rendre la zone de travaux inaptes à la reproduction et à l'hivernage de la faune, avant les périodes de travaux dites « sensibles » (mars-septembre), à savoir la phase de dégagement des emprises avant le démarrage des travaux de génie civil. Ainsi, le risque de destruction d'individus et/ou œufs et juvéniles est réduit.

Pour les reptiles, les amphibiens et les petits mammifères, il s'agit d'enlever avant tout démarrage de chantier les objets et structures pouvant abriter des individus éventuellement présents sur le site des travaux.

Cette mesure pourra être couplée à des opérations de capture et déplacement (autorisation préalable à obtenir via une demande de dérogation à la protection des espèces protégées, spécifique à ces opérations).

- **<u>Enlèvement des habitats de refuge pour toutes les espèces</u>**

La mise en œuvre de cette mesure permet de réduire les contraintes temporelles de mise en œuvre des travaux de préparation des sites (enlèvement de la végétation et terrassement préliminaire notamment), en écartant les risques de destruction d'individus.

Avant chaque phase de démarrage de travaux, un écologue visitera le site pour identifier les éléments physiques à enlever de la zone chantier pour éviter que des individus de reptiles, d'amphibiens ou des petits mammifères viennent y trouver des refuges dans lesquels, ils risquent d'être détruits.

Les modalités de mise en œuvre sont les suivantes :

- Clôture du chantier ;
- Visite de la zone chantier avant le début des travaux, en période d'activité des amphibiens d'amphibiens ou des petits mammifères ;
- Mise en œuvre d'un processus de fuite ou de récupération des animaux, si leur présence constatée ;
- Nettoyage et export des matériaux.

Déplacement des espèces

Ces opérations sont réalisées juste avant l'ouverture du chantier (dégagement des emprises avant le démarrage des travaux de génie civil) par une recherche et une fouille systématique des caches des espèces.

Un programme de capture et de déplacement après isolement au moyen de clôtures spécifiques, sera mis en œuvre pour des espèces sensibles et ou protégées. Ce programme doit être réalisé et complété au cours des mois favorables aux espèces et avant le démarrage du chantier. Le nombre de journées nécessaires à ce type d'opération est défini fonction de l'estimation des surfaces et des densités de populations, surfaces et densités réduites dans le cadre du contexte du projet.

Après l'obtention d'une dérogation spécifique, l'opération se fera selon l'enchainement des opérations suivantes :

- Fauche à ras des milieux pour diminuer l'attractivité des territoires ;
- Arasement des caches, refuges et autres gîtes ;
- Mise en place des clôtures temporaires imperméables ou uni-directionnelles ;
- Mise en place de systèmes de capture ;
- Récupération des individus subsistant ;
- Déplacement des individus.

La capture implique donc le déplacement vers les habitats de report à proximité de l'emprise des travaux.

Clôtures spécifiques à proximité des zones à enjeux pour la petite faune

Pour les secteurs d'aménagement localisés à proximité de sites de reproduction d'amphibiens, la mise en place de clôtures petite faune est nécessaire (grillage soudé à petites mailles (treillis petite faune de maille 6,5 mm X 6,5 mm)).

Exemple de dispositif anti-intrusion pour les amphibiens © Egis

Les entreprises travaillant à proximité des zones sensibles devront veiller à ne pas dégrader la clôture. L'état de la clôture sera vérifié lors des visites de chantier préconisées dans le suivi de chantier. En cas de dégradation, l'entreprise responsable assurera, le cas échéant, les réparations adéquates.

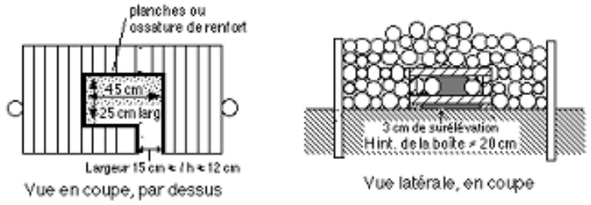
Les secteurs d'aménagement localisés à proximité de zones écologiques à enjeu, et devant faire l'objet de la non-attractivité de la zone de travaux et d'un balisage spécifique sont notamment les suivants :

- Gares : gare de Chelles (07CHL), gare de Sevran-Livry (05SEL), gare du Blanc-Mesnil (02LBM)
- Ouvrages annexes : 0703P, 0701P, 0603P, 0604P, 0601P, 0602P, 0503P, 3401P.

Réalisation de caches de substitution pour la petite faune

Des gîtes préfabriqués à Hérisson d'Europe, mis en place avant la phase de chantier, ainsi que des caches constituées de rémanents du chantier seront placés en périphérie des zones d'aménagement. Cela permettra d'attirer les individus de petite faune (amphibiens, petits mammifères…) en dehors des zones impactées directement par les travaux. Ces caches devront être placées dans des endroits propices à l'accueil de la faune. Un écologue devra être chargé de l'accompagnement à la mise en œuvre de cette mesure (optimisation de l'emplacement des caches en fonction de l'écologie des espèces concernées).

Plan d'un nichoir pour hérisson :



Exemples de caches de substitution pour la petite faune © BIOTOPE - 2016

Les secteurs concernés par la réalisation de caches de substitution sont notamment les suivants (cf carte de synthèse des impacts et mesures) :

- Gares : tous les sites de gares du projet ;
- Ouvrages annexes : 0703P, 0701P, 0603P, 0604P, 0601P, 0602P, 0504P, 0503P, 0401P, 0303P, 0302P, 0202P, 0210P, 0201P, 0220P, 3401P, 3303P, 3302P, 3301P, 3300P.

Précautions spécifiques au groupe des chiroptères

Les prospections menées par la SGP sur les sites de travaux indiquent un enjeu globalement faible à nul pour les chiroptères (cf état initial, chapitre EIV-8.4). Néanmoins, les efforts d'inventaires et de caractérisation des enjeux ne permettent pas d'éliminer de façon certaine le risque d'atteinte à des individus lors d'opérations spécifiques d'abattage d'arbres et de déconstruction de bâti (gites nouvellement créés par exemple). Aussi, des précautions spécifiques au groupe des chiroptères seront apportées, développées ci-après.

- **Avant l'abattage d'arbres à cavités**

En cas de coupe d'arbres d'intérêt faunistique (arbres âgés ou présentant des cavités), plusieurs précautions seront appliquées afin de limiter la destruction d'individus des espèces protégées.

Une fois les autorisations données, sur la zone d'emprise, une inspection des arbres devra être réalisée de manière à rechercher toutes les cavités favorables aux chiroptères (prospection de la cavité avec un système de miroir éclairé par une lampe ou un endoscope, repérage du guano, odeur d'ammoniac…) et les loges des insectes saproxylophages. En cas de présence avérée de chiroptères, des mesures spécifiques d'abattage des arbres devront être prises afin d'éviter toute destruction d'individus.

Pour les arbres recouverts de lierre, il est recommandé d'enlever le lierre deux mois avant l'abattage de l'arbre. Pour un gîte où la présence de chauves-souris est affirmée, il conviendra d'attendre l'envol complet des individus partant chasser, et une heure après, de colmater l'entrée du gîte avec un matériau solide avant l'abattage de l'arbre.

Chiroptérologue vérifiant une cavité (Biotope, 2014)

Un dernier contrôle le jour même de l'abattage doit être réalisé par un chiroptérologue, équipé de matériel pour intervenir en hauteur. Il permettra de confirmer la présence ou non de chiroptères.

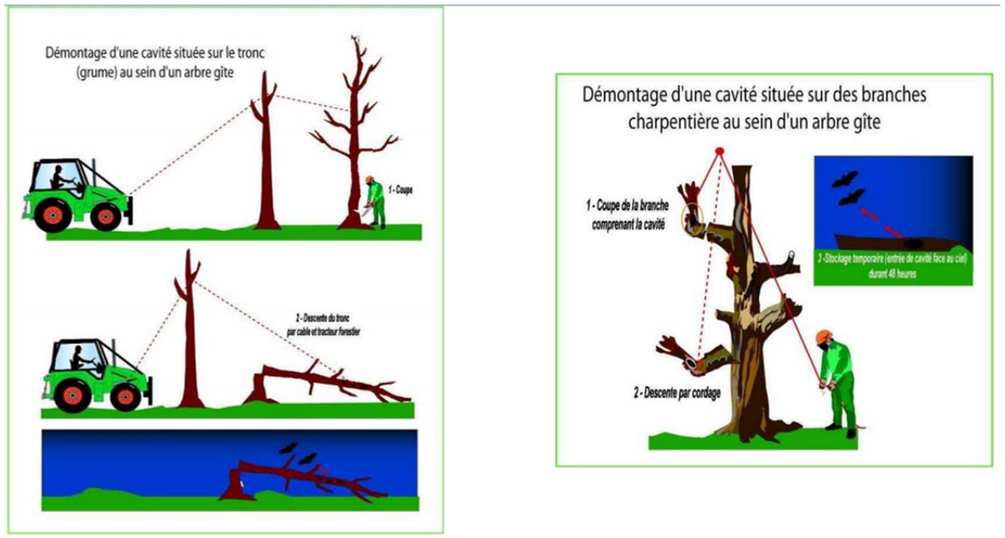


Schéma présentant les précautions à prendre en cas d'abattage d'arbres à cavité (Plaquette SFEPM, 2014)

- **<u>Avant la déconstruction de bâti</u>**

Une fois les autorisations données, une inspection du bâti à déconstruire devra être réalisée de manière à rechercher des gîtes favorables aux chiroptères (prospection par détecteur, repérage du guano, odeur d'ammoniac…). En cas de présence avérée de chiroptères, des mesures spécifiques de déconstruction devront être prises afin d'éviter toute destruction d'individus.

Dans le cadre de l'élaboration du DCE, les prescriptions environnementales devront préciser les modalités d'intervention en cas d'enjeu pour ces espèces.

Pour un gîte où la présence de chauves-souris est affirmée, il conviendra d'attendre l'envol complet des individus partant chasser, et une heure après, de colmater l'entrée du gîte avec un matériau solide avant la déconstruction.

Un dernier contrôle le jour même de la déconstruction doit être réalisé par un chiroptérologue pour confirmer l'absence de chiroptères.

Les mois d'avril-mai et septembre-octobre sont ceux où les chauves-souris sont les plus mobiles. Ce sont les mois les plus favorables pour ce type d'intervention ; les mois d'octobre-début novembre (avant les premiers froids) étant les plus recommandés.

Ces précautions spécifiques au groupe des chiroptères sont notamment à appliquer sur les sites de travaux des secteurs d'aménagement des ouvrages 0601P, 0603P et de la future gare de Sevran-Livry (05SEL) et de Clichy-Montfermeil (06CMF), dont les abords abritent des habitats favorables aux chiroptères.

9.3.3.4. Impacts dus aux dérangements/ perturbations

Les travaux causent un dérangement de la faune, provoquée par le passage des engins et des hommes sur le chantier, ainsi que les bruits, vibrations et poussières émises. S'agissant d'espèces assez largement mobiles, les effets sont atténués par la possibilité d'émigrer hors du champ des travaux pour trouver un refuge temporaire à proximité immédiate.

Ces impacts peuvent être très perturbateurs en période de reproduction, notamment au moment de l'incubation et du nourrissage des jeunes. Ils peuvent condamner œufs et jeunes en empêchant le retour des parents.

La sensibilité des espèces au dérangement est largement fonction de l'époque durant laquelle se produit ce dérangement. La période de reproduction est ainsi la période la plus critique, d'où l'importance du choix de la période de démarrage durant laquelle seront initiés les travaux. En effet, une fois les travaux débutés, les espèces sensibles au dérangement s'éloigneront des emprises de chantier, et ce durant la totalité de la durée des travaux.

Toutes les espèces ne réagissent pas de la même manière au dérangement. En effet, certaines petites espèces (amphibiens, passereaux des zones urbaines, micromammifères) vont « tolérer » des seuils de dérangement relativement importants avant de fuir tandis que d'autres espèces (chiroptères, rapaces…) auront un seuil de tolérance très faible.

Tous les secteurs d'aménagement sont concernés, pour toutes les espèces animales, avec une pondération du niveau d'impact à la hausse pour les secteurs renfermant des habitats de repos et de reproduction d'espèces animales (a contrario le niveau d'impact est abaissé pour les secteurs d'aménagement ne comportant pas ce type d'habitat)

Si le chantier se déroule exclusivement de jour pour les travaux d'émergences, les travaux en souterrain se déroulent également de nuit, avec le creusement des galeries et la sortie des déblais au droit des puits d'entrée de tunneliers. Certaines activités se dérouleront également la nuit, telles que l'approvisionnement en voussoirs pour le tunnelier.

9.3.3.5. Mesures d'évitement de l'impact de dérangement / perturbation

Adaptation du calendrier de travaux

La période de début de chantier sera adaptée tant que possible aux périodes de reproduction des différentes espèces présentes : le planning des travaux est en cours d'optimisation afin de permettre à la Société du Grand Paris d'effectuer les travaux de dégagement des emprises préférentiellement dans la période la moins impactante pour le milieu naturel.

En cas d'impossibilité d'adaptation du planning des travaux, les périodes de sensibilité feront l'objet d'une intervention préalable d'un écologue afin de s'assurer de l'absence d'individus ou juvéniles sur le site des travaux.

De façon générale, une vigilance particulière sera apportée aux secteurs d'aménagements à enjeux écologiques lors du chantier.

Le tableau suivant synthétise les périodes d'intervention possible et les mesures associées.

Mois / Groupe	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Oiseaux	Précautions particulières			Sensibilité pour les travaux d'abattage d'arbres – Intervention d'un écologue				Précautions particulières			Précautions particulières	
Amphibiens		Précautions particulières + barrières						Précautions particulières + barrières				
Chiroptères	Précautions particulières + inspection av. abattage					Sensibilité pour les travaux d'abattage d'arbres – Intervention d'un écologue					Précautions particulières	
Mammifères terrestres	Débroussaillement + Précautions particulières			Inspection écologue terrier, Précautions particulières							Précautions particulières	
Invertébrés					Précautions particulières							
Reptiles					Abris reptiles + Précautions particulières							

Synthèse des périodes d'intervention possible et des mesures associées (Source : Egis environnement, 2015)

Période idéale pour les travaux

Période possible de réalisation des travaux avec précaution et adoption de mesures adéquate

Période sensibles pour les premières interventions sur sites de travaux – Intervention écologue

Pour le secteur d'aménagement de l'ouvrage 0603P, la mesure d'adaptation du calendrier des travaux pour le déboisement sera adaptée en fonction de la date de démarrage du chantier. En effet, les travaux de défrichement doivent être réalisés dès l'obtention de l'autorisation unique, valant autorisation de défrichement, soit courant de l'été 2017, pour des raisons de planification des travaux. L'ouvrage concerné est en effet un puits de départ de tunnelier, dont le démarrage de façon anticipée, dès le dégagement des emprises réalisé, permet de garantir la mise en service de la ligne à fin 2023.

Compte-tenu des enjeux présents au sein du site, la première période d'intervention se fera autant que faire se peut en fin d'été (septembre à octobre), hors des périodes très sensibles pour la faune, correspondant à la période de reproduction et d'élevage des jeunes.

En revanche, les autres secteurs d'aménagement pourront bénéficier des mesures d'adaptation de planning.

9.3.3.6. Mesures de réduction de l'impact de dérangement / perturbation

Les mesures ci-dessous visent la réduction des impacts de dérangement et de perturbation de la faune. Les secteurs sur lesquels une vigilance sera nécessaire sont :

- Le secteur d'aménagement de la gare de Sevran-Livry, à proximité du parc de la Poudrerie et du canal de l'Ourcq ;
- Le secteur d'aménagement de la gare de Clichy-Montfermeil, en lien avec la proximité de la Forêt de Bondy ;
- Les secteurs d'aménagement proches du site du Montguichet à Chelles (ouvrages annexes 0603P et 0604P).

Concernant les secteurs à proximité du parc Georges Valbon et du parc du Sausset, une vigilance particulière autre que celle apportée au chantier en général, n'est pas nécessaire.

En effet, les sites de travaux sont situés à distance suffisante de ces zones écologiques sensibles, et il est à noter la présence d'infrastructures déjà bruyantes (autoroutes notamment), entre les sites de travaux et les zones écologiques sensibles.

Ces dispositions devront être reprises à la fois dans le programme et le cahier des charges des travaux.

Limitation des nuisances sonores

La limitation des nuisances sonores du chantier repose sur le respect des normes en vigueur concernant le bruit : Les niveaux maxima admissibles aux limites du chantier, de jour comme de nuit, devront être conformes à la réglementation. Les engins utilisés par les entreprises devront ainsi respecter les arrêtés en vigueur au moment des travaux. De nuit, lors des phases d'évacuation des déblais excavés par le tunnelier et d'approvisionnement des voussoirs pour le tunnelier, l'entreprise veillera à limiter ses émissions sonores, notamment au droit du secteur d'aménagement de l'ouvrage 0603P chemin de la peau grasse à Chelles, qui est un puits d'entrée de tunnelier.

Limitation de l'éclairage

L'éclairage des zones de travaux la nuit risque de perturber les oiseaux et les chauves-souris. La pollution lumineuse peut effectivement avoir des effets très négatifs sur les espèces migratrices qui se déplacent de nuit (désorientation). Il est donc conseillé de limiter au maximum les éclairages de chantier à proximité des secteurs à enjeux.

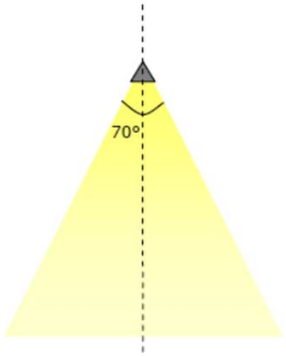
En cas de nécessité d'éclairer le chantier, les niveaux d'éclairage seront basés sur le minimum de la réglementation en termes de sécurité des personnes (code du travail). Les éclairages seront orientés vers le sol avec un cône d'émission de 70° (éclairage directionnel). Cette prescription sera à appliquer principalement au cours de la période de nidification des oiseaux.

Les principes généraux pour optimiser l'éclairage et limiter la pollution lumineuse sont les suivants :

- Éviter toute diffusion de lumière vers le ciel : munir toutes les sources lumineuses de système (réflecteurs notamment) renvoyant la lumière vers le bas (éclairage directionnel) ;

- Utiliser des lampes peu polluantes : préférer les lampes au sodium basse pression ou tout autre système pouvant être développé à l'avenir / Éviter l'usage de lampes à vapeur de mercure haute pression ou à iodure métallique ;

- Utiliser la bonne quantité de lumière : ajuster la puissance des lampes et donc la valeur de l'éclairement en fonction des réels besoins, dans le temps et dans l'espace / Utiliser des systèmes de contrôle qui ne fourniront de la lumière que lorsqu'elle est nécessaire.



Exemple d'éclairage directionnel (Biotope, 2014)

9.3.3.7. Impacts de coupure d'axes de déplacement et mesures associées

Les corridors de déplacement (inter-forestier pour les mammifères et chiroptères, entre les habitats terrestres et les habitats aquatiques pour les amphibiens…) seront temporairement perturbés (le temps des travaux).

Cet impact considéré comme faible en ce qui concerne le projet, peu de corridors écologiques fonctionnels ont en effet été recensés dans les aires d'étude des secteurs d'aménagement. Sont concernés les secteurs d'aménagements et groupes faunistiques suivants :

- 0603P : chiroptères, mammifères ;

- 0503P : chiroptères, mammifères et amphibiens ;

- 06CMF : chiroptères (l'axe de déplacement identifié le long de la promenade de la Dhuis est néanmoins peu fonctionnel, et considéré comme secondaire) ;

- 05SEL : chiroptères et mammifères ;

- 02LBM : chiroptères, mammifères.

Vis-à-vis de cet impact, ce sont les mesures de réduction de destruction d'individus, présentées ci-avant, qui s'appliquent avec :

- Rendre la zone de travaux peu attractive ;

- Optimiser les emprises du chantier ;

- Délimiter de façon fine les emprises du chantier.

9.3.4. Mesures génériques de management environnemental de chantier

Le management environnemental de chantier répond de façon générique à la plupart des risques d'impacts environnementaux, et principalement les risques d'impact qualitatif (dégradation des habitats, risques de perturbation des fonctionnalités écologiques et de la faune).

Il s'agit de la mise en œuvre d'un système de management environnemental incluant un plan de respect de l'environnement (ou plan d'assurance environnement) et un schéma organisationnel pour chaque entreprise. Les objectifs sont :

- Assurer la prise en considération, par les entreprises prestataires, des sensibilités environnementales et donc écologiques ;

- Encadrer la mise en œuvre de bonnes pratiques en phase chantier.

Considérant les enjeux environnementaux identifiés, le maître d'ouvrage a décidé de mettre en place une démarche de management environnemental de la phase travaux, cette démarche étant déclinée par plusieurs documents cadre, présentés ci-après.

Cette mesure s'applique de façon uniforme à l'ensemble des sites de travaux, sur la totalité du projet.

9.3.4.1. Clauses environnementales des Documents de consultation des entreprises (DCE)

Les clauses environnementales des Documents de consultation des entreprises (DCE) intègreront en amont les problématiques liées à la faune et à la flore. Il s'agira en particulier de préciser l'emplacement des zones sensibles, notamment celles à baliser avant le démarrage des travaux et les interdictions liées à la préservation de ces zones : interdiction d'y manœuvrer, d'y déposer des matériaux, même de façon temporaire.

Une attention particulière sera portée aux espèces à caractère envahissant.

Le cahier des charges environnement devra être intégré au cahier des charges techniques de chaque entreprise prestataire. Le choix des prestataires retenus intégrera une forte composante environnementale, dont une sensibilité faune-flore particulièrement attendue, sur la base du cahier des charges environnement et de la capacité des entreprises à satisfaire aux exigences du maître d'œuvre.

9.3.4.2. Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance Environnement (SOPAE)

Ainsi, les entreprises réalisant les travaux devront présenter dans leur offre un Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance Environnement (SOPAE). À travers ce document, l'entreprise s'engage, dans le cas où elle devient titulaire, à mettre en œuvre un Plan d'Assurance Environnement (PAE).

Le SOPAE comportera au moins les éléments suivants :

- La description du contexte environnemental ;

- La politique Environnement de l'entreprise (formation, sensibilisation) ;

- Les moyens humains : organigramme du chantier, présentation du responsable environnement (obligatoire) avec son niveau hiérarchique, son profil, les moyens matériels à sa disposition, la part de son temps de travail qu'il pourra consacrer au suivi de l'environnement, etc. ;

- Les dispositifs que l'Entreprise mettra en place pour satisfaire aux exigences environnementales édictées dans le dossier de consultation des Entreprises (concernant le bruit, la poussière, les déchets, l'assainissement, etc.) et dans les pièces du marché.

9.3.4.3. Plan d'Assurance Environnement

Toute entreprise effectuant des travaux sur site respectera le schéma documentaire défini par la Société du Grand Paris. Elle produira un Plan d'Assurance Environnement (PAE) ou Plan de Respect de l'Environnement (PRE).

Le cahier des charges pour la réalisation des travaux imposera aux entreprises candidates de présenter un PAE détaillant les éléments suivants :

- L'engagement de la direction de l'entreprise à mettre en œuvre une démarche de prise en compte de l'environnement ;

- L'identité des différents intervenants du chantier ;

- L'organisation de l'entreprise pour assurer la mise en œuvre effective et le suivi du PAE (attributions de différents acteurs de l'entreprise, sensibilisation et information des personnels, intégration des co-traitants ou sous-traitants dans la démarche, …). Le PAE précisera notamment l'identité et les coordonnées du responsable environnement ainsi qu'un organigramme du chantier ;

- L'analyse du contexte environnemental et des contraintes relatives au chantier ;

- L'analyse des nuisances et des risques potentiels liés aux différentes activités du chantier ;

- La liste des procédures techniques par nature d'intervention (description des modes opératoires, mesures de protection, ...) ;

- Les préalables pris par le maître d'ouvrage (Arrêtés loi sur l'eau, CNPN, etc.) à respecter ;

- Les moyens de suivi et de contrôle de l'application des procédures ;

- Les modalités de gestion des anomalies ;

- Les modalités de gestion des risques vis-à-vis de l'environnement : assainissement de chantier, prévention des pollutions (stockage des produits polluants/pollués sur rétention, kit anti-pollution, etc.), protection des milieux naturels (respect des emprises, entretien des clôtures, bâches batraciens), etc. ;

- Les consignes en cas de pollution accidentelle (conduite à tenir, matériels et moyens disponibles...) ;

- Les moyens mis en œuvre pour assurer la traçabilité de la gestion environnementale du chantier.

Un reporting mensuel sera demandé à chaque société incluant notamment un bilan des incidents et accidents et des mesures correctives apportées, un relevé de la conformité des rejets en eaux, de la mesure du bruit sur le chantier et aux alentours, de la mesure des poussières autour du chantier, un bilan sur la quantité et le type de déchets traités, etc.

Des contrôles fréquents, réalisés par le coordinateur environnemental de l'entreprise des travaux au cours du chantier, permettront de s'assurer de la prise en compte effective des engagements pris.

Le suivi de chantier par le coordinateur environnement accompagne la mise en place de cette mesure.

9.3.4.4. Formation du personnel de chantier

L'ensemble du personnel de chantier devra recevoir une formation complète sur l'ensemble des éléments constituant l' « environnement ». Le programme de cette formation comprendra notamment une sensibilisation à la gestion des déchets, leur stockage sur site et leur élimination dans le but de supprimer tout impact potentiel sur les milieux naturels, en particulier les milieux humides et aquatiques.

La formation devra comprendre également une sensibilisation aux enjeux écologiques et permettre, de la part des agents, la reconnaissance fortuite des espèces protégées susceptibles d'être présentes dans le fuseau d'étude ainsi que des méthodes de protection classique en phase de travaux (balisage des zones à enjeux…). La reconnaissance des espèces invasives les plus courantes ainsi que la maîtrise des méthodes pour limiter leur expansion en phase chantier est également souhaitable. Pour cela, la partie de la formation spécifique aux enjeux faune et flore devra être dispensée par un écologue expérimenté en suivi de chantier.

Cette formation, pour l'ensemble des personnes intervenant sur les zones de chantier, doit être intégrée au planning des travaux et spécifiée dans les DCE.

9.4. Impacts du projet en phase exploitation sur les milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques et mesures associées

9.4.1. Zonages protégés et inventoriés

9.4.1.1. Zones protégées

L'évaluation des incidences du projet des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) sur les sites Natura 2000 est présentée au chapitre VI du présent volet E3. Le lecteur est convié à se reporter à ce chapitre pour l'analyse des impacts et la présentation des mesures correctives.

La réalisation du projet n'entraîne aucune emprise définitive sur les zonages protégés du patrimoine naturel. De plus, la distance entre les futurs ouvrages et les zones protégées est suffisante pour s'affranchir de tout risque d'impact indirect.

9.1.1.2. Zones inventoriées

En phase d'exploitation, **l'émergence de la gare Clichy-Montfermeil** sera située **en bordure de la promenade** de la Dhuis, dont l'intégrité sera préservée. À ce titre, le projet ne présente **pas d'impact direct sur la ZNIEFF 2** « Massif de l'Aulnoye, Parc de Sevran et la Fosse Maussoin ».

9.4.2. Habitats naturels et flore

Une fois les travaux terminés, des emprises définitives persistent au droit d'habitats naturels, pour une surface totale de 2,64 ha.

Le tableau suivant présente, pour chaque type d'habitat naturel recensé dans les aires d'études des ouvrages, les surfaces concernées par les emprises définitives.

Habitats concernés par les emprises travaux (code Corine Biotope)	Niveau d'enjeu initial	Surface concernée par les emprises définitives (ha)	Pourcentage impacté sur la superficie totale de l'habitat disponible (cumul secteur d'aménagement, %)
Alignement d'arbres (84.1)	Faible	0,53	1,19
Parterre de fleurs, avec arbres et avec bosquets en parc (85.14)	Faible	0,05	16,86
Pelouse de parc (85.12)	Faible	1,09	2,00
Petit bois, bosquet (83.321 ; 84.3)	Faible	0,34	0,53
Petits parcs et squares citadins (85.2)	Faible	0,03	0,26
Terrain en friche (87.1)	Faible	0,40	1,76
Zones rudérales (87.2)	Faible	0,17	4,03

Surfaces d'habitats naturels directement concernées par la réalisation du projet

Aucun des habitats naturels concernés par les emprises définitives n'est protégé ou patrimonial. Ils ne représentent pas un enjeu particulier pour les populations végétales ou animales, et sont majoritairement d'origine artificielle et sont anthropisés.

Le niveau d'impact brut est faible voire négligeable.

9.4.3. Faune et fonctionnalités écologiques

9.4.3.1. Impacts en phase d'exploitation

En phase d'exploitation, les impacts sur la faune :

- Le dérangement de la faune par l'exploitation des ouvrages et la fréquentation des zones à proximité des gares, le niveau d'impact est considéré comme négligeable ;
- La dégradation d'habitats naturels, en lien avec l'augmentation de la fréquentation des zones à proximité des gares, le niveau d'impact est considéré comme négligeable.

Les risques de dégradations des milieux naturels par pollution accidentelle ou diffuse sont négligeables en phase d'exploitation. Les mesures mises en place vis-à-vis de ce risque de pollution concernent principalement les ressources en eau, et sont présentées dans les chapitres 4 et 6 du présent volet E3.

Suite à la remise en état des milieux après travaux, et étant donné le caractère majoritairement souterrain du projet, et les faibles surfaces d'emprises définitives, aucun impact sur les fonctionnalités écologiques n'est attendu en phase travaux.

9.4.3.2. Mesures en phase d'exploitation

Vis-à-vis de l'impact de dérangement

D'une manière générale, les implantations en surface ne devront pas ajouter une source de pollution lumineuse supplémentaire, par rapport à l'existant. Cette recommandation est valable pour l'ensemble des gares et ouvrages annexes, qu'ils soient situés en contexte urbain dense ou en milieu semi-naturel.

- **Principe d'implantation**

Les réverbères seront placés de manière à obtenir la meilleure protection des espaces plus sensibles à la lumière. L'éclairage des zones naturelles alentours et des abords devra être évité le plus souvent possible.

Il ne s'agit pas d'éclairer moins mais d'éclairer mieux. La mise en place d'un plan de gestion de l'éclairage permet de concilier les aspects de sécurité publique, de valorisation des monuments, les besoins de la population et les aspects environnementaux. Il est primordial d'élaborer un diagnostic des pratiques existantes pour déterminer ensuite, selon les besoins de chaque secteur, les mesures à mettre en œuvre :

- Le choix des lampadaires : ampoule sous capot abat-jour (sans verre protecteur), verres plats et transparents. Les lampes à vapeur de mercure sont à proscrire sur l'ensemble des installations, ainsi que les lanternes à verre bombé et les boules. Il sera préférable de favoriser les lampes basse consommation fluocompactes, les lampes à vapeur de sodium basse pression… ;

- L'orientation des lampadaires : Adopter une potence qui maintienne le lampadaire à l'horizontale. Choisir des optiques asymétriques qui permettent d'orienter le flux ;

- La densité des lampadaires : Leur nombre doit être adapté aux besoins, et être réduits pour les ouvrages annexes, ne nécessitant pas un éclairage particulier contrairement aux futures gares.

- Le spectre d'émission : Choisir des lampes émettant préférentiellement dans le jaune pour les espaces ne nécessitant pas la présence de lumière « normale » pour la bonne circulation en milieu urbain. Les spectres d'émissions dans les ultraviolets sont néfastes pour les insectes et la faune nocturne. Il s'agit donc d'un élément à prendre en compte dans le choix du matériel.

- La puissance lumineuse : Réduire la puissance nominale des lampes utilisées (100 W suffisent pour éclairer les voiries, 35 à 70 W pour les jardins publics).

- **Proposition pour un système de Gestion d'Éclairage**

L'installation de contrôle temporal ou quantitatif peut être appliquée pour diminuer le dérangement des espèces nocturnes et donc diminuer la pollution lumineuse.

L'adaptation de l'éclairage est à intégrer dès la conception du projet. Le coût de cette mesure s'évalue par la différence entre le coût des éclairages initialement prévus et celui de ceux choisis pour la mise en œuvre de cette mesure.

Les ouvrages concernés par ces mesures sont l'ouvrage annexe 0603P, localisé en périphérie urbaine, et le site de la gare de Clichy-Montfermeil. Pour cette gare, il est à noter que la conception architecturale de la gare comprend les objectifs suivants :

- Pas d'éclairage artificiel nocturne des arbres ;

- Flux lumineux des luminaires dirigés exclusivement vers le bas.

Vis-à-vis du risque de dégradation des habitats : aménagements architectural et paysager des abords des ouvrages

Les réseaux ferrés jouent un rôle majeur dans l'accessibilité régionale. Ils ne peuvent cependant couvrir l'ensemble du territoire et, dès lors que l'on s'éloigne de Paris, les utilisateurs sont conduits, en raison de leur éloignement des gares, à recourir à d'autres modes de transport pour accéder aux gares.

Dans 80% des cas, on se rend à pied aux gares et aux stations de métro ou de tram. Lorsqu'on ne se rend pas à pied à la gare, on utilisera essentiellement voiture ou autobus en fonction de leur commodité respective d'usage c'est à dire de l'existence de facilités de stationnement et de lignes d'autobus aux tracés et aux horaires adaptés. Le rabattement en 2 roues reste extrêmement faible : 0,2 % en vélo en petite couronne et 0,6 % en vélo en grande couronne. Quant à l'usage des motos, cyclomoteurs et scooters, il est négligeable.

Les distances moyennes de rabattement en voiture sont relativement courtes (de l'ordre de 3 km) ce qui suggère un départ de la commune où se situe la gare ou d'une commune voisine. Elles sont légèrement plus longues lorsqu'on se déplace à partir de la grande couronne qu'en partant de la petite couronne (Source http://www.stif.info/IMG/pdf/8.rabattement_rUseau_ferrU.pdf).

Aussi, au vu de ces éléments, la localisation des parcs relais (bus-métro et voiture-métro) ainsi que les routes d'accès à ces sites devront prendre en compte la présence de la forêt de Bondy à proximité de la gare de Clichy-Montfermeil et tenter de limiter les nuisances sonores et l'augmentation de la fréquentation imputable à la gare à proximité de ce site.

La fréquentation en mode doux (piéton et vélos) est également à prendre en compte au niveau des zones naturelles à enjeux. En effet, la traversée de zones implique un dérangement de la faune et/ou une dégradation des milieux si elle n'est pas canalisée. Les espaces naturels comme la forêt de Bondy ont susceptibles de subir une augmentation de la fréquentation, par la création de nouveaux itinéraires pour rejoindre les gares de la ligne.

Il conviendra alors de créer des aménagements discrets dans le but de canaliser la fréquentation comme une matérialisation végétale des chemins (haies plantées d'espèces locales et adaptées) ou la pose de graviers ou copeaux de bois. L'avantage de la matérialisation est de canaliser les promeneurs sur le sentier choisi, ce qui permet d'éviter la création intempestive de faux-sentiers. Des panneaux informatifs peuvent être également implantés, pour dissuader le piétinement et autres dégradations ainsi que pour sensibiliser aux richesses écologiques présentes.

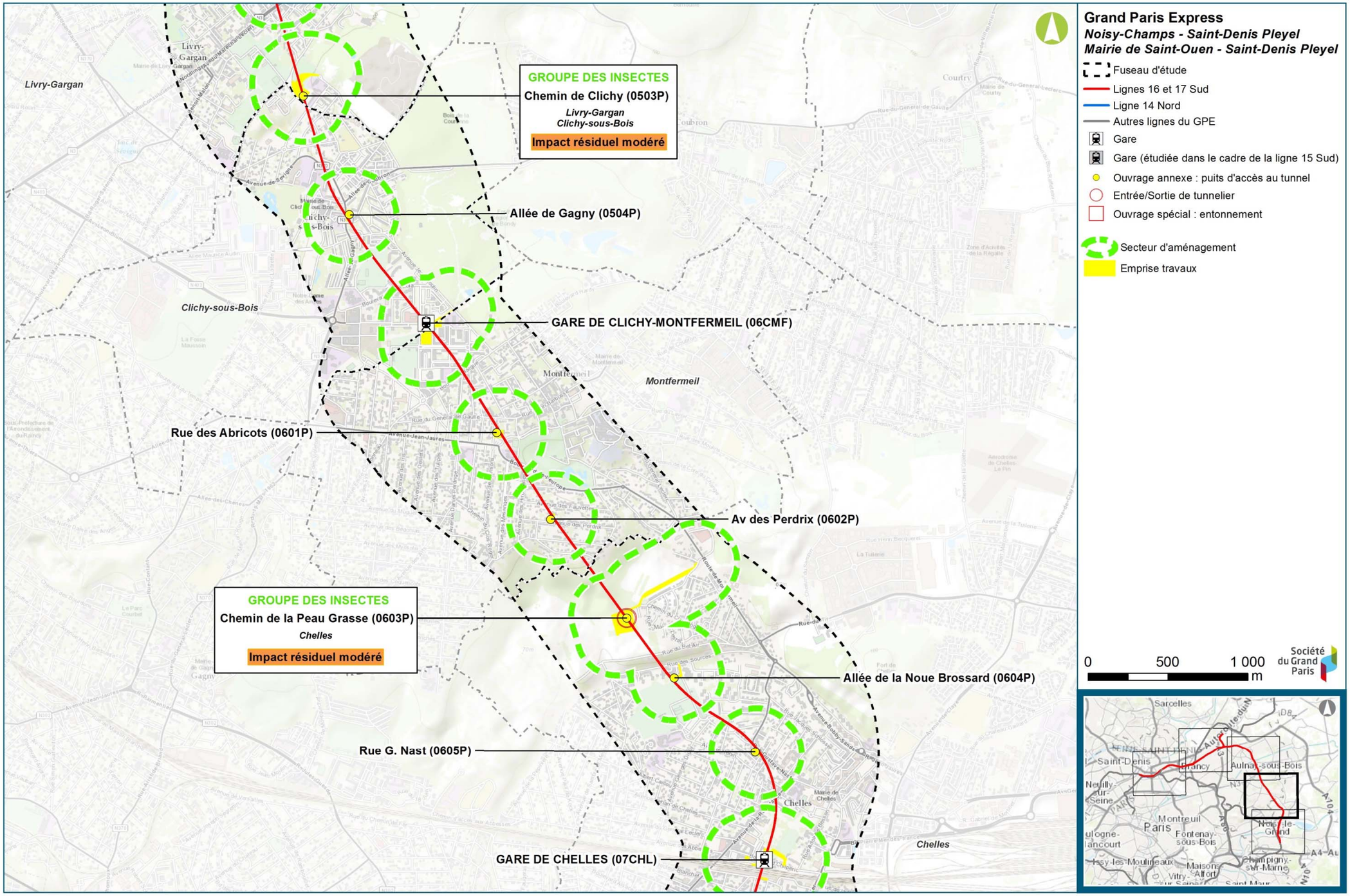
9.5. Impacts résiduels vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques

Malgré la mise en place des mesures d'évitement et de réduction, il reste des impacts résiduels sur les milieux naturels, la faune et la flore et les continuités écologiques.

Le tableau suivant fait le bilan des impacts résiduels et identifie les besoins en compensation, illustrés par la carte page suivante.

Thématique	Phase	Impact Brut / Intensité	Localisation de l'impact	Mesures Évitement / Réduction	Impact résiduel	Besoin en compensation
Habitats naturels (hors zones humides, hors habitat d'espèces animales patrimoniales/protégées)	Chantier	Emprise sur 17,5 ha d'habitats naturels Impact modéré	Tous secteurs d'aménagement, 0,85 ha sur des habitats à enjeux modérés (0603P)	Évitement des zones à enjeux écologiques majeures Optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux Management environnemental de travaux	Faible à négligeable	Non
	Exploitation	Emprise sur 2,64 ha d'habitats naturels à enjeu faible Impact Négligeable	Tous secteurs d'aménagement	Sans objet	Nul	Non
Faune et habitats d'espèces patrimoniales / protégées	Chantier	Destruction d'individus et d'habitats d'espèces patrimoniales/protégées : les reptiles, les amphibiens, le Hérisson d'Europe, les insectes, les chiroptères en gites d'estivage ou d'hivernage, ainsi que les œufs et individus juvéniles peu mobiles de toutes espèces Impact Fort	Potentiellement tous secteurs d'aménagement pour le groupe des oiseaux Risque plus fort sur : 0603P, 0503P 05SEL, 0401P, 03ALN, 02LBM, pour les insectes, le Hérisson d'Europe, les reptiles, les amphibiens et les oiseaux	Adapter la période des premiers travaux Rendre la zone de travaux peu attractive Réaliser des caches de substitution Balisage spécifique des zones à enjeux Précautions lors de l'abattage d'arbres à cavité et déconstruction de bâti Management environnemental de travaux	Faible à négligeable pour la destruction des habitats des reptiles, des mammifères terrestres, des chiroptères, les oiseaux et des amphibiens Modéré pour les insectes	**Oui pour les insectes**
	Chantier	Dérangement, perturbation, dégradation indirecte des habitats d'espèces Impact Modéré	Tous secteurs d'aménagement	Adapter la période des premiers travaux Limiter l'éclairage Limiter les nuisances sonores Management environnemental de travaux	Faible à négligeable	Non
	Exploitation	Dérangement, perturbation, dégradation indirecte des habitats d'espèces Impact Faible	Tous secteurs d'aménagement	Aménagements des abords des ouvrages (projet architectural et paysager)	Négligeable	Non
Continuités écologiques	Chantier	Coupures d'axes de déplacement Impact Faible	0603P : chiroptères, mammifères ; 0503P : chiroptères et amphibiens ; 06CMF : chiroptères (l'axe de déplacement identifié le long de la promenade de la Dhuis est néanmoins peu fonctionnel, et considéré comme secondaire) ; 05SEL : chiroptères et mammifères ; 02LBM : chiroptères, mammifères.	Rendre la zone de travaux peu attractive Optimiser les emprises du chantier Balisage spécifique des zones à enjeux Management environnemental de travaux	Négligeable	Non
	Exploitation	Sans objet	-	-	-	-

Synthèse des impacts résiduels du projet sur les milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques



Synthèse des impacts résiduels significatifs du projet sur les insectes (Egis, 2016)

9.6. Mesures de compensation aux impacts résiduels

Le présent chapitre présente une synthèse des mesures compensatoires proposées pour le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord. Le lecteur est invité à se reporter au volet G du présent dossier de demande d'autorisation unique, qui constitue la demande de dérogation relative aux espèces protégées.

9.6.1. Besoins en compensation

La réalisation du projet des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) entraine des impacts résiduels significatifs relatifs :

- À la destruction d'individus d'espèces patrimoniales / protégées ;
- À la destruction d'habitats d'espèces animales patrimoniales / protégées.

Ces impacts résiduels concernent uniquement le groupe des Insectes, avec :

- Pour les travaux réalisés sur le site de l'ouvrage 0603P :
  - Insectes concernés : Thécla de l'Orme et Flambé.
- Pour les travaux réalisés sur le site de l'ouvrage 0503P :
  - Insectes concernés : Mante religieuse, Flambé, Conocéphale gracieux, Grillon d'Italie, Mante religieuse, Oedipode turquoise.

Du fait des enjeux liés aux espèces concernées ainsi que leur rareté régionale, les ratios de compensation suivants sont proposés :

- Thécla de l'Orme et Mante religieuse : ratio de 3 ;
- Flambé, Conocéphale gracieux, Grillon d'Italie, Mante religieuse, Oedipode turquoise: ratio de 2 ;

En conclusion, le besoin en compensation global est estimé à :

- **2,70 ha de milieux ouverts à semi-ouverts thermophiles** favorables au Flambé et aux orthoptères (Conocéphale gracieux, Grillon d'Italie, Oedipode turquoise et Mante religieuse). Les surfaces se superposant ne s'additionnent pas et sont mutualisables ;
- **3,87 ha de lisières, bosquets, friches arbustives** avec présence de plantes-hôtes pour le Thécla de l'orme

Ces espèces occupent des niches écologiques **qui peuvent se superposer au niveau de friches arbustives lâches**.

Concernant les autres groupes de faune (mammifères terrestres, chiroptères, amphibiens, reptiles, oiseaux), après la mise en place de mesures de réduction et la remise en état des sites, les espèces coloniseront à nouveau les espaces sans modification de l'état de conservation des populations locales. L'impact résiduel est très faible. Des mesures compensatoires ne sont pas nécessaires pour ces deux groupes.

9.6.2. Acquisition et/ou rétrocession de terrain à un organisme gestionnaire

La mesure consiste en une compensation de l'impact résiduel en assurant durablement la préservation d'espaces favorables à ces cortèges ou espèces sur un territoire proche (et qui restera à déterminer) dont la physionomie devra être similaire à celle des milieux détruits. Il convient également de choisir un secteur dont la vocation de compensation écologique sera affirmée de façon pérenne (choix du secteur en dehors de futures zones d'aménagement, secteur non inclus dans les zones à urbaniser dans les documents d'urbanisme).

Les mesures compensatoires concernent cinq sites localisés au sein du massif du Montguichet sur les communes de Chelles et de Gagny. Ces sites sont gérés par l'Agence des Espaces Verts. Le chapitre suivant présente de façon synthétique ces sites sur lesquels le maître d'ouvrage s'engage à adopter des mesures adéquates en faveur de la faune et notamment des espèces protégées et de leurs habitats.

La détermination de ces cinq sites résulte de l'accord de principe conclu entre la Société du Grand Paris et l'Agence des Espaces Verts le 25/04/2016 (Annexe 5 du volet G « espèces protégées).

9.6.2.1. Présentation des sites

Site 1 : Pelouse calcaro-marneuse relictuelle à proximité de l'ancienne carrière de Chelles

Ce site s'est développé au niveau de l'ancienne carrière de Chelles aujourd'hui comblée. Il s'agit d'une pelouse du mesobromion, habitat d'intérêt communautaire, dont l'état de conservation est menacé par la fermeture du milieu. En effet, en l'état actuel, cet habitat est très relictuel (de l'ordre de quelques centaines de m²) et est envahi de fourrés arbustifs, dominés par le Cornouiller sanguin et localement par de jeunes Trembles (en contrebas du coteau). Outre de nombreuses espèces botaniques patrimoniales (orchidées notamment) et protégées (Alisier de Fontainebleau), cet habitat est favorable à plusieurs espèces de faune, dont le Flambé et la Mante religieuse, signalés sur ce site (source: Aménagement agricole, écologique et paysager du Montguichet – PRIF du Montguichet – 11/2012, Agence des Espaces Verts). Par ailleurs, des jeunes plants d'Ormes ont été relevés sur site au niveau des lisières thermophiles, en bordure de chemin.

Le site 1 se compose des parcelles 77108CB0222, 77108CB0223, 77108CB02273 et 77108CB0233, totalisant environ 0,24 ha et situées sur la commune de Chelles (77).

Site 2 : Bosquet planté en bordure de l'espace agricole

Ce site est un jeune boisement planté en bordure des massifs boisés à proximité du parcellaire agricole. L'essence dominante est le Chêne pédonculé. En bordure du site et le long du chemin, les lisières présentent une trame arbustive composée d'Aubépines et de jeunes Ormes, notamment favorables au Thécla de l'orme. En l'état actuel, le boisement est assez jeune et les plantations sont assez denses. À terme, les plantations ne seront plus favorables aux insectes.

Le site 2 se compose des parcelles 77108CA0149, 77108CA0150, 77108CA0151, 77108CA0152 et 77108CA0153, **totalisant environ 0,67 ha**, situé sur la commune de Chelles (77).

Site 3 : Lisières en bordure du parcellaire agricole

Le site 3 est constitué par quatre petits secteurs continus, localisés entre les emprises du secteur d'aménagement et les coteaux de Montguichet à Gagny. Ils sont situés en contrebas du massif de Montguichet sur la commune de Chelles, où le Flambé, le Thécla de l'Orme et le Grillon d'Italie ont été inventoriés. L'objectif sur ces sites est de connecter les différentes populations d'insectes en créant de nouveaux habitats favorables, afin de favoriser le maintien et le développement des populations. Les surfaces concernées sont de 0,89 ha.

Les milieux concernés sont des lisières arbustives, à dominante d'Aubépine, de Cornouiller sanguin, d'Orme champêtre et de Chêne pédonculé. On note également la présence importante de lianes (Clématite des haies). Cette strate arbustive est doublée d'un ourlet herbacé d'une largeur variable, de l'ordre de 1 m à 2 m.

Site 4 : Trame boisée et pelouses

Les secteurs pressentis se situent au sein du massif de Montguichet sur la commune de Chelles, où le Grillon d'Italie a été inventorié en lisière herbacée. Les milieux concernés par la trame boisée sont des fourrés arbustifs qui se sont développés suite à la fermeture du milieu et ont provoqué la disparition des pelouses développées sur substrat marneux, favorables à de nombreuses espèces botaniques et faunistiques dont les insectes. Ces milieux actuels boisés sont à dominante d'Aubépine, de Cornouiller sanguin avec de jeunes arbres (Frênes communs, Chênes pédonculés,…).

Le site se compose d'une parcelle 77108BR0513 totalisant environ 0,43 ha, située sur la commune de Chelles (77).

Site 5 : Coteaux et pelouses calcaro-marneuses du Montguichet

Ce site est localisé sur les coteaux boisés et pelouses du Montguichet, sur la commune de Chelles et de Gagny.

Les milieux concernés sont des pelouses sèches sur coteaux exposés présentant localement des faciès en voie d'embuissonnement ainsi que des fourrés composés à dominante d'Aubépines, de Cornouillers sanguins et de Prunelliers et localement de Noisetiers.

Ces coteaux présentent des faciès arbustifs et pelouses favorables aux insectes, dont le Flambé, la Mante religieuse, le Grillon d'Italie ou le Conocéphale gracieux cités en bibliographie. Ces milieux sont aussi potentiellement favorables à l'Oedipode turquoise (source : Aménagement agricole, écologique et paysager du Montguichet – PRIF du Montguichet – 11/2012, Agence des Espaces Verts.

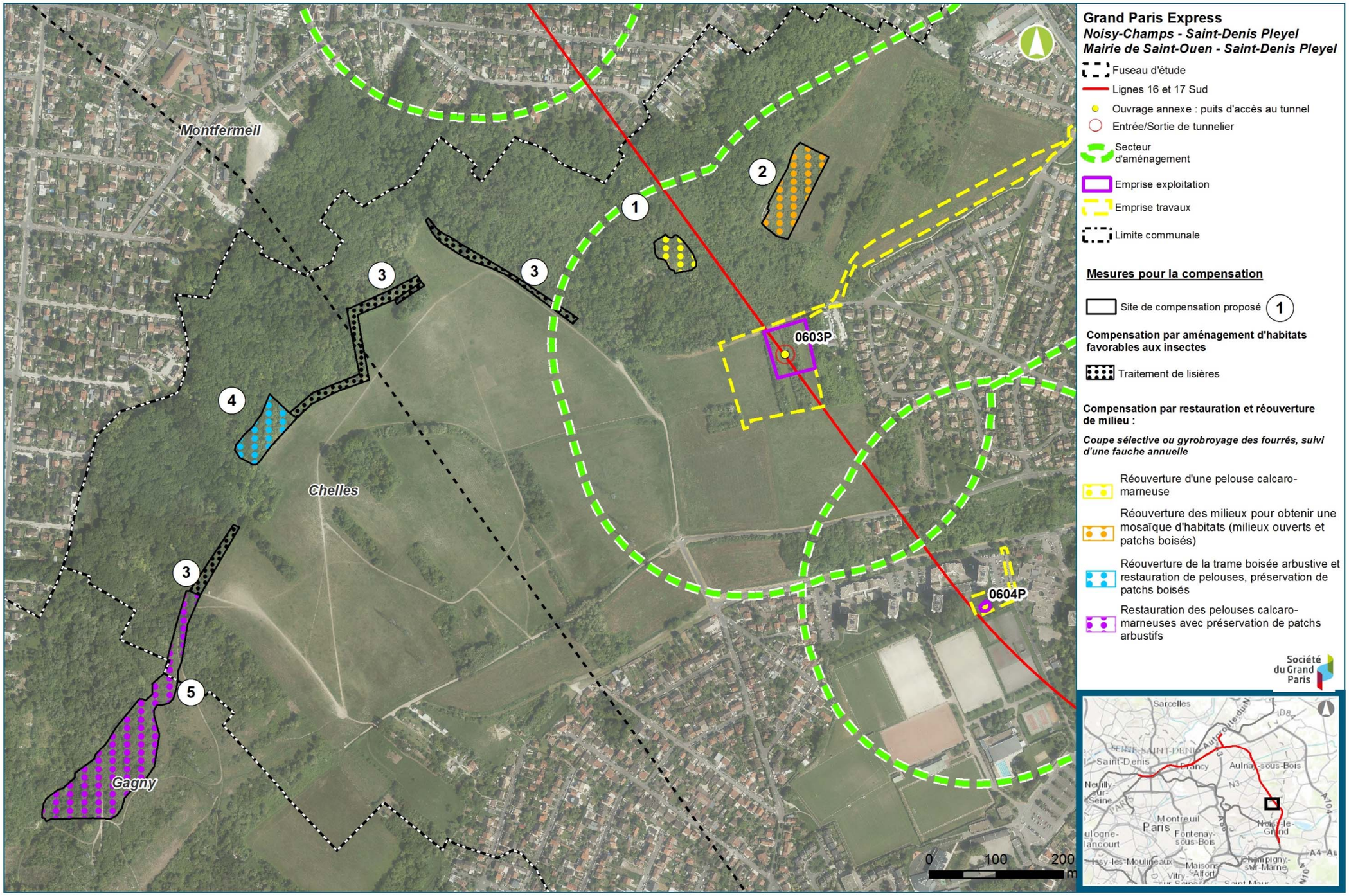
Le site 5 se compose de plusieurs parcelles totalisant environ 2,9 ha, situées sur la commune de Chelles (77) et de Gagny (93): parcelles cadastrales 93220BL0011, 77108BR0513 et 93220BL0002 et 93220BL0003.

Les sites de compensation proposés sont localisés sur la carte ci-après.

9.6.2.2. Principes de gestion et d'aménagement

Lors de la reconnaissance terrain, des milieux favorables aux insectes ont été identifiés. Ces milieux sont situés à proximité et/ou en continuité d'habitats favorables au Thécla de l'orme et au Flambé. L'objectif sur ces différents sites est de densifier et d'étendre les habitats de vie des insectes, de connecter les populations entre elles en créant des milieux favorables continus depuis les emprises de l'ouvrage 0603P jusqu'aux coteaux de Gagny, et au-delà, de restaurer des habitats d'intérêt comme les pelouses calcaro-marneuses, favorables à des espèces botaniques patrimoniales, voire protégées et des espèces de faune inféodées aux milieux thermophiles.

Les 5 sites sont répartis au sein du massif de Montguichet. La restauration des milieux et leur connexion permettra de renforcer les noyaux de populations, ce qui à terme tendra vers une amélioration de l'état de conservation des populations au sein de l'ensemble du Montguichet.



Propositions de sites de compensation pour la faune et principes d'aménagement (Egis, 2016)

9.6.3. Convention de gestion

L'ensemble du parcellaire est situé au sein de l'Espace Naturel Sensible du Montguichet, acquis par la Région. Un accord de principe a été conclu en avril 2016 avec l'Agence des Espaces Verts en charge de la gestion de l'ensemble des sites proposés. Il est joint en annexe de ce dossier. Les modalités sont en cours de définition.

Une convention de gestion bipartite sera établie entre la SGP et l'Agence des Espaces Verts, gestionnaire pressenti, qui offrira toutes les garanties pour mener à bien une gestion optimale et à long terme de cet espace. La SGP engagera auprès de l'AEV les concertations nécessaires à l'obtention de la convention dans les meilleurs délais.

Le plan de gestion pluriannuel du terrain sera établi par la Société du Grand Paris, sur la base d'un état initial complet, en 2016-2017 avant le démarrage des travaux, envisagé hors saison biologique des espèces (hiver 2017). Ce document de planification pourra constituer le tableau de bord du site, définir les objectifs à court, moyen et long terme, ainsi que les mesures de gestions adaptées pour les atteindre.

Un programme de gestion, qui identifie les moyens et besoins financiers des actions envisagées, sera établi sur une durée d'au minimum 30 ans.

9.7. Mesures de suivi et d'accompagnement

9.7.1. Suivi de chantier

Dans le but d'assurer la bonne mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, et pour éviter les impacts imprévisibles, un suivi de chantier sera mis en place. Il s'articulera entre le Maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et l'assistant à Maitrise d'Ouvrage.

Au sein des entreprises de travaux, une personne compétente dans les domaines de l'environnement (« coordinateur environnement ») devra s'assurer au quotidien de la mise en place et du respect des mesures de réduction sur le terrain. Il devra rapporter chaque jour le déroulement et le respect des mesures sur le chantier, les problèmes rencontrés le cas échéant. Il sera secondé par un écologue, en charge du suivi des sites sensibles, de la mise en place des mesures de réduction et d'accompagnement édictées pour le projet et qui interviendra selon les besoins des différents sites.

Le chantier sera inspecté régulièrement par le coordinateur environnement, qui devra s'assurer de la bonne mise en place des mesures de réduction et en référer au Maître d'œuvre. Il participera aux réunions chantier, pour apporter sa compétence lors des modifications des travaux, par rapport aux enjeux écologiques, aux rabattements de nappes proposées, aux périodes d'intervention…

Le coordinateur environnement assurera des formations et animera si besoin des réunions d'information avec les différents partenaires, et se rendra sur le terrain, à une fréquence à déterminer avec le Maître d'ouvrage, pour s'assurer du bon déroulement du chantier.

Des réunions d'information seront prévues au début de la phase de travaux afin de présenter et de localiser les mesures de précautions et de réductions spécifiques pour la faune et la flore aux différentes équipes amenées à intervenir sur le chantier.

9.7.2. Suivi de chantier des plans d'eau du parc Georges Valbon et du parc du Sausset (ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »)

Le responsable environnement de l'entreprise titulaire des travaux sera accompagné d'un écologue à l'occasion de plusieurs réunions d'information, qui seront organisées au début de la phase de travaux avec les équipes du chantier afin de présenter et de localiser les mesures. L'écologue assurera un conseil au maître d'œuvre et au maître d'ouvrage par rapport aux rabattements de nappes proposées, aux périodes d'intervention et aux secteurs les plus sensibles.

L'installation d'un réseau de surveillance des eaux souterraines, avant les travaux pour établir un état de référence, constitué de piézomètres, sera réalisée pour suivre les fluctuations des niveaux de la nappe et les niveaux des lames d'eau des étangs des entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ». Un suivi des hauteurs d'eau sera réalisé régulièrement lors des opérations de pompage. Un tel suivi est déjà en cours concernant les mêmes étangs, dans le cadre des travaux du projet de Tangentielle Légère Nord.

Grâce à ce réseau, un suivi des fluctuations des niveaux de la nappe et des plans d'eau sera réalisé et mis en perspective avec les précipitations. Il permettra d'établir les corrélations entre les niveaux de la nappe alluviale et ceux des plans d'eau concernés:

- En situation de référence, pendant environ une année (de fin 2016 à fin 2017) avant le début des pompages ;
- Puis en phase travaux, pendant les pompages d'exhaure (de début 2018 à mi 2022) ;
- Et en début de période d'exploitation, après la fin de travaux (retour à la situation normale, de fin 2022 à la mise en service du projet).

Le protocole de suivi envisagé, en accord avec les gestionnaires des parcs, sera le suivant :

- Suivi automatisé des niveaux des piézomètres. Les tournées relatives aux piézomètres (opérations de récupération des données des enregistreurs + mesures de contrôle) seront réalisées à une fréquence :
  - Mensuelle, avant le démarrage des travaux, soit entre fin 2016 et fin 2017, pour l'établissement de l'état initial ;
  - Hebdomadaire, sur la période potentiellement la plus sensible allant du début des opérations de pompage liées aux travaux, jusqu'à deux mois après l'arrêt des pompages, soit entre début 2018 et mi-2022 + 2 mois.
  - Mensuelle, deux mois après l'achèvement des opérations de pompage liées aux travaux, soit entre mi-2022 + 2 mois et début 2024. Le suivi des niveaux d'eau sera donc maintenu sur environ 5 trimestres pour étudier les éventuels effets du projet après retour à une situation « normale ».
- Suivi manuel des niveaux des plans d'eau réalisé journellement à partir de la lecture des échelles limnimétriques par les éco-gardes des parcs Georges Valbon et du Sausset. Cette solution permettra une surveillance quotidienne des niveaux et une alerte rapide en cas de baisse anormale détectée.

Le seuil de déclenchement des mesures de soutien des niveaux des plans d'eau pourra être revu et ajusté à la demande du Conseil départemental de Seine-Saint-Denis, en fonction de l'impact réel constaté sur la nidification du Blongios nain et sur ses habitats.

9.7.3. Suivi spécifique des sites à forts enjeux

Pour les secteurs à forts enjeux écologiques, des suivis de chantier spécifiques, plus « soutenus » seront mis en place pendant la phase travaux et après la remise en état, et seront effectués par un écologue. Ils ont pour objectif de confirmer les engagements du maître d'ouvrage conformément à la réforme des études d'impact entrée en vigueur le 1er juin 2012.

Pour le projet, il s'agit notamment du secteur du Montguichet (site de l'ouvrage annexe 0603P à Chelles), du secteur d'aménagement du 0503P à Livry-Gargan, du secteur d'aménagement de la gare de Clichy-Montfermeil 06CMF, du secteur d'aménagement de la gare de Sevran-Livry 05SEL et du secteur d'aménagement de la gare du Blanc-Mesnil (02LBM).

Des suivis de populations pourront être effectués, avant le démarrage des travaux, pendant et/ou après la phase travaux. Ce suivi pourra s'étaler sur plusieurs années et comprendre des inventaires l'année de la remise en état (2024) puis l'année n+2 (2026) et n+4 (2028) afin de s'assurer que l'espèce est toujours présente et que la population est viable.

Ces suivis permettront la réalisation d'un bilan et de s'assurer du succès des opérations de remise en état et des mesures de réduction et de compensation.

Après la fin des travaux, un suivi écologique devra être effectué sur les zones à enjeux identifiés tout au long du fuseau d'étude. Ce suivi, mis en place sur plusieurs années et en fonction des enjeux écologiques identifiés, aura pour but de vérifier la bonne conservation des conditions stationnelles des zones écologiques à enjeux. Les zones humides feront l'objet d'une attention particulièrement, notamment sur leurs fonctionnalités.

En cas de modification de conditions stationnelles constatées, des mesures spécifiques et adaptées devront être mises en place.

9.7.4. Suivi des mesures compensatoires

Les mesures de suivi des mesures compensatoires s'organiseront de la façon suivante :

- Un état initial avant mise en œuvre de la mesure de restauration de milieu visant à évaluer l'état de conservation des habitats, la liste des espèces patrimoniales et/ou protégées (faune et flore) sera réalisé en 2016-2017 avant la mise en œuvre des mesures de restauration et d'ouverture du milieu ;

- Un suivi annuel sera réalisé pendant les 3 premières années (2018, 2019 et 2020) afin d'évaluer la vitesse de recolonisation par les ligneux ;

- Puis un suivi tous les 2 ans pendant 6 ans (2022, 2024, 2026) et enfin tous les 5 ans jusqu'à la trentième année de suivi permettra de s'assurer de la pérennité et du maintien en bon état de conservation des habitats et des populations d'espèces (taille des populations, caractéristique et fonctionnalité des habitats au regard des contraintes écologiques des espèces notamment) ;

- Une prospection des insectes permettra de s'assurer de la présence et du bon état de conservation des populations. Chaque année de suivi conduira à la production d'une fiche de suivi avec cartographie et d'un rendu à la DRIEE;

- Les données de suivi (données SIG et métadonnées) seront fournies à la DRIEE Ile-de-France, dans le but de les intégrer à l'observatoire régional de la biodiversité et au SINP (Système d'Information Nature et Paysages).

Suite à ces suivis, des mesures de correction pourront être apportées en concertation avec l'AEV et les services de la DRIEE.

9.7.5. Suivi de l'efficacité des mesures et de l'évolution de la biodiversité

Afin de garantir l'efficacité des mesures de réduction et de compensation préconisées, que ce soit en phase chantier ou en phase exploitation, il est indispensable de réaliser des suivis réguliers de leurs effets. Dans le cas où les résultats de ces suivis seraient non concluants, de nouvelles mesures devront être envisagées.

L'atteinte de l'objectif de cette mesure passe par deux principaux points :

- **la mise en place d'un comité de suivi** : les principaux rôles de ce groupement sont de valider les protocoles détaillées des suivis (localisation, surface, nombre de placettes, d'abris artificiels pour les reptiles, matériel à utiliser, technique spécifiques…) et de recadrer ces protocoles de suivis et les mesures en fonction des résultats obtenu ;

- **le suivi d'indicateurs pertinents pour chaque mesure** : les indicateurs précis ne sont pas détaillés dans ce document mais seront identifiés par un écologue en fonction de la mise en œuvre des mesures et des particularités du nouveau milieu issu des travaux.

Un premier rapport sera réalisé à l'issue de la 1ère année d'exploitation. Ce rapport devra comprendre une analyse fine de l'évolution des espèces et des habitats entre l'état initial réalisé en 2016 et celui réalisé à l'issue de cette première année d'exploitation. Il devra conclure à l'atteinte des objectifs fixés par chaque mesure. Si les objectifs s'avèreraient non atteints, de nouvelles propositions devront être proposées.

Si les suivis montrent une détérioration marquée, une note d'alerte sera formalisée par le prestataire en charge du suivi. Le comité de suivi sera alors réuni et des mesures spécifiques seront prises. La périodicité des rapports sera à déterminer en fonction des milieux considérés.

Les prestataires veilleront à établir leur prospection en période favorable pour chaque groupe écologique.

En fonction des sensibilités inventoriées, les suivis suivants sont préconisés :

- Suivis des habitats naturels et des plantes patrimoniales et invasives : détermination et localisation sur les surfaces remaniées en phase chantiers ;

- Suivi des secteurs à fort enjeux, à savoir le site du Montguichet, des coteaux et friches de Livry-Gargan et de la promenade de la Dhuis (0603P, 06CMF et 0503P) ;

- Suivi des plans d'eau du Parc Georges Valbon et du Parc Sausset.

9.8. Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – secteurs d'aménagement

Les impacts relatifs à la phase d'exploitation étant faibles à négligeables, et n'entraînant pas d'impact résiduels significatifs, ne sont pas repris dans le tableau de synthèse ci-après, qui est dédié à la synthèse des impacts et mesures relatifs à la phase du chantier.

Rappel hiérarchisation des enjeux en état initial	**Enjeu Négligeable**	**Enjeu faible**	**Enjeu modéré**	**Enjeu fort**

Hiérarchisation des impacts	**Négligeable**	**Impact faible**	**Impact modéré**	**Impact fort**
Critères de hiérarchisation	Dégradation temporaire ou permanente des habitats pour des espèces très communes et / ou non patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite, sans incidence sur la capacité des populations à se reconstituer et avec possibilité de report vers d'autres habitats, pas de fragmentation ou d'isolement des populations Pas de dérangement ou perturbation des espèces très communes et / ou non patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite Pas de dégradation indirecte des habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…)	Destruction d'habitat temporaire ou permanente pour des espèces protégées et/ou peu patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite, sans incidence sur la capacité des populations à se reconstituer et avec possibilité de report vers d'autres habitats, pas de fragmentation ou d'isolement des populations Dérangement, perturbation des espèces protégées et/ou peu patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite, ou dégradation indirecte de leurs habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…)	Destruction d'habitat permanente pour des espèces protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, avec incidence sur la capacité des populations à se reconstituer, et/ou sans possibilité de report vers d'autres habitats; pas de fragmentation ou d'isolement des populations; non atteinte à l'état de conservation des populations et des habitats Dérangement perturbation des espèces protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, ou dégradation indirecte de leurs habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…)	Destruction d'habitat permanente pour des espèces protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, avec incidence sur la capacité des populations à se reconstituer sans possibilité de report vers d'autres habitats; fragmentation des habitats et/ou isolement des populations; atteinte à l'état de conservation des populations et des habitats Dérangement perturbation des espèces protégées et/ou patrimoniales protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, ou dégradation indirecte de leurs habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…)

Critères de hiérarchisation des impacts

9.8.1. Synthèse à l'échelle des cinq secteurs géographiques

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Noisy-Champs / Chelles	Faible : secteurs majoritairement urbains, majorité d'habitats semi-naturels / anthropisés, espèces animales à enjeu faible	Emprise sur des habitats naturels à enjeu faible en phase chantier	➢ Évitement des zones à enjeux écologiques majeures ➢ Optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux ➢ Management environnemental de travaux	Faible	Sans objet
		Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	➢ Adapter la période des premiers travaux ➢ Rendre la zone de travaux peu attractive ➢ Réaliser des caches de substitution ➢ Optimiser les emprises du chantier ➢ Balisage spécifique des zones à enjeux ➢ Précautions lors de l'abattage d'arbres à cavité et déconstruction de bâti ➢ Management environnemental de travaux	Faible	Sans objet
		Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu faible	➢ Adapter la période des premiers travaux ➢ Limiter l'éclairage ➢ Limiter les nuisances sonores ➢ Management environnemental de travaux	Négligeable	Sans objet
		Coupures d'axes de déplacement	➢ Rendre la zone de travaux peu attractive ➢ Optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux ➢ Management environnemental de travaux	Négligeable	Sans objet

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Chelles / Clichy-Montfermeil	Fort : secteurs d'habitats semi-naturels et naturels, périphérie de milieux naturels d'intérêt fort et/ou protégés/inventoriés (site du Montguichet, Foret de Bondy, Promenade de la Dhuis), espèces animales à enjeu fort	Emprise sur des habitats naturels à enjeu modéré en phase chantier	➢ Évitement des zones à enjeux écologiques majeures ➢ Optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux ➢ Management environnemental de travaux	Faible	Sans objet
		Destruction d'individus et d'habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	➢ Adapter la période des premiers travaux ➢ Rendre la zone de travaux peu attractive ➢ Réaliser des caches de substitution ➢ Optimiser les emprises du chantier ➢ Balisage spécifique des zones à enjeux ➢ Précautions lors de l'abattage d'arbres à cavité et déconstruction de bâti ➢ Management environnemental de travaux	Modéré (espèces protégées et rares en Ile-de-France)	Acquisition et/ou rétrocession de terrain à un organisme gestionnaire – Convention de gestion Objet = Habitats ouverts / friches, lisières boisées pour les insectes et habitats ouverts pour l'Alyte accoucheur
				Faible (espèces communes)	Sans objet
		Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	➢ Adapter la période des premiers travaux ➢ Limiter l'éclairage ➢ Limiter les nuisances sonores ➢ Management environnemental de travaux	Faible	Sans objet
		Coupures d'axes de déplacement	➢ Rendre la zone de travaux peu attractive ➢ Optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux ➢ Management environnemental de travaux	Faible	Sans objet

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Modéré : secteurs urbains et semi-naturels, en périphérie de milieux naturels d'intérêt, présence d'espèces animales à enjeu modéré	Emprise sur des habitats naturels à enjeu faible en phase chantier	➢ Évitement des zones à enjeux écologiques majeures ➢ Optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux ➢ Management environnemental de travaux	Faible	Sans objet
		Destruction d'individus et d'habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	➢ Adapter la période des premiers travaux ➢ Rendre la zone de travaux peu attractive ➢ Réaliser des caches de substitution ➢ Optimiser les emprises du chantier ➢ Balisage spécifique des zones à enjeux ➢ Précautions lors de l'abattage d'arbres à cavité et déconstruction de bâti ➢ Management environnemental de travaux	Faible	Sans objet
		Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu modéré	➢ Adapter la période des premiers travaux ➢ Limiter l'éclairage ➢ Limiter les nuisances sonores ➢ Management environnemental de travaux	Faible à Négligeable	Sans objet
		Coupures d'axes de déplacement	➢ Rendre la zone de travaux peu attractive ➢ Optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux ➢ Management environnemental de travaux	Faible à Négligeable	Sans objet

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Aulnay / Le Bourget RER	Faible : secteurs majoritairement urbains, majorité d'habitats semi-naturels / anthropisés, espèces animales à enjeu faible	Emprise sur des habitats naturels en phase chantier	➢ Évitement des zones à enjeux écologiques majeures ➢ Optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux ➢ Management environnemental de travaux	Faible à Négligeable	Sans objet
		Destruction d'individus et d'habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	➢ Adapter la période des premiers travaux ➢ Rendre la zone de travaux peu attractive ➢ Réaliser des caches de substitution ➢ Optimiser les emprises du chantier ➢ Balisage spécifique des zones à enjeux ➢ Précautions lors de l'abattage d'arbres à cavité et déconstruction de bâti ➢ Management environnemental de travaux	Faible	Sans objet
		Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales	➢ Adapter la période des premiers travaux ➢ Limiter l'éclairage ➢ Limiter les nuisances sonores ➢ Management environnemental de travaux	Faible à Négligeable	Sans objet
		Coupures d'axes de déplacement	➢ Rendre la zone de travaux peu attractive ➢ Optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux ➢ Management environnemental de travaux	Négligeable	Sans objet

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Faible : secteurs majoritairement urbains, majorité d'habitats semi-naturels / anthropisés, espèces animales à enjeu faible	Emprise sur des habitats naturels en phase chantier	➢ Évitement des zones à enjeux écologiques majeures ➢ Optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux ➢ Management environnemental de travaux	Faible à Négligeable	Sans objet
		Destruction d'individus et d'habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	➢ Adapter la période des premiers travaux ➢ Rendre la zone de travaux peu attractive ➢ Réaliser des caches de substitution ➢ Optimiser les emprises du chantier ➢ Balisage spécifique des zones à enjeux ➢ Précautions lors de l'abattage d'arbres à cavité et déconstruction de bâti ➢ Management environnemental de travaux	Faible	Sans objet
		Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales	➢ Adapter la période des premiers travaux ➢ Limiter l'éclairage ➢ Limiter les nuisances sonores ➢ Management environnemental de travaux	Faible à Négligeable	Sans objet
		Coupures d'axes de déplacement	➢ Rendre la zone de travaux peu attractive ➢ Optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux ➢ Management environnemental de travaux	Négligeable	Sans objet

9.8.2. Synthèse à l'échelle des secteurs d'aménagement des ouvrages – Sites faisant l'objet d'impacts / mesures spécifiques

Le tableau ci-dessous fait la synthèse des sites de travaux concernés par des impacts particuliers et des mesures spécifiques, autre que les mesures génériques de management environnemental de chantier présentées dans le tableau précédent.

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial global	Impact brut	Mesures spécifiques d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles					
OA 0703P Rd-pt du Bel-Air	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Négligeable	Non nécessaire
OA 0701P Rue V. Hugo	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Négligeable	Non nécessaire
Gare de Chelles – 07CHL	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non nécessaire

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial global	Impact brut	Mesures spécifiques d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil					
OA 0604P Allée de la Noue Brossard	Modéré	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Négligeable	Non concerné
OA 0603P Chemin de la Peau Grasse	Fort	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Emprise sur des habitats naturels à enjeu modéré en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort Coupure d'axe de déplacement	Précautions avant abattage d'arbres à cavité / démolitions de bâti Adaptation du calendrier des travaux (défrichement / boisement) Suivi écologique de chantier Précautions vis-à-vis des nuisances sonores et lumineuses Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Modéré (espèces protégées et rares en Ile-de-France) pour les insectes	Acquisition et/ou rétrocession de terrain à un organisme gestionnaire – Convention de gestion Objet = Habitats ouverts / friches, lisières boisées pour les insectes (2,7 ha d'habitats ouverts / et 3,87 ha de friches / lisières boisées)
				Faible pour les autres groupes	Non concerné

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial global	Impact brut	Mesures spécifiques d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
OA 0602P Av des Perdrix	Fort	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
OA 0601P Rue des Abricots	Fort	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	Précautions avant abattage d'arbres à cavité / démolitions de bâti Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
Gare de Clichy-Montfermeil 6 06CMF	Fort	Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort Coupure d'axe de déplacement	Précautions vis-à-vis des nuisances sonores et lumineuses Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Négligeable	Non concerné

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial global	Impact brut	Mesures spécifiques d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
OA 0504P Allée de Gagny	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
OA 0503P Chemin de Clichy	Modéré	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Emprise sur des habitats naturels à enjeu modéré en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort Coupure d'axe de déplacement Risque de dégradation des plans d'eau en aval	Adaptation du calendrier des travaux (défrichement / boisement) Suivi écologique de chantier Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Modéré (espèces protégées et rares en Ile-de-France)	Acquisition et/ou rétrocession de terrain à un organisme gestionnaire – Convention de gestion Objet = Habitats ouverts / friches, lisières boisées pour les insectes (Mante religieuse) et habitats pour l'Alyte accoucheur
				Faible	Non concerné

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial global	Impact brut	Mesures spécifiques d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes					
05SEL GARE DE SEVRAN-LIVRY	Modéré	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort Coupure d'axe de déplacement	Précautions avant abattage d'arbres à cavité / démolitions de bâti Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
0401P Rue H. Becquerel	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
04SEB GARE DE SEVRAN-BEAUDOTTES	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial global	Impact brut	Mesures spécifiques d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
0303P Rue du Dr Fleming	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
0302P Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy	Modéré	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Négligeable	Non concerné
Secteur Aulnay / Le Bourget RER					
03ALN GARE D'AULNAY	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial global	Impact brut	Mesures spécifiques d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
0202P Entonnement Aulnay - Terre-plein RN2	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	Précautions vis-à-vis des nuisances sonores et lumineuses Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Négligeable	Non concerné
0210P Rd-pt RD40	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Négligeable	Non concerné
0220P Ancien site PSA	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Négligeable	Non concerné
02LBM GARE DU BLANC-MESNIL	Modéré	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort Coupure d'axe de déplacement	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial global	Impact brut	Mesures spécifiques d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
0104P Rue V. Hugo	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort	Précautions vis-à-vis des nuisances sonores et lumineuses Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
0102P Rue E. Vaillant	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
01LBG GARE DU BOURGET RER	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
0100P Entonnement Ouest - Rue de Verdun	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial global	Impact brut	Mesures spécifiques d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel					
3403P Rue de Verdun	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
3401P Av de la République	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
34LCO GARE DE LA COURNEUVE "SIX ROUTES"	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
3303P Chemin du Haut Saint-Denis	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Réalisation de caches de substitution Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Faible	Non concerné
3300P Bd Finot	Faible	Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier	Clôtures petites faune / dispositifs anti-intrusion, non attractivité de la zone de travaux	Négligeable	Non concerné

Les cartes pages suivantes illustrent ces tableaux de synthèse des impacts et mesures, spécifiques à chaque site de travaux.

Impacts bruts du projet sur la faune protégée

Niveau d'impact

- Fort
- Modéré
- Faible
- Négligeable

Altération d'habitats favorables

Risque de destruction et dérangement d'individus

Insectes

Risque de destruction d'imagos, pontes, œufs et larves

- Flambé
- Thécla de l'orme
- Mante religieuse
- Conocéphale gracieux
- Grillon d'Italie
- Oedipode turquoise

Mammifères terrestres

Risque de destruction et dérangement d'individus

- Écureuil roux
- Hérisson d'Europe

Chiroptères

Risque de destruction et altération d'habitats favorables à la chasse et au transit

- Pipistrelle commune
- Pipistrelle de Kuhl
- Pipistrelle de Nathusius
- Oreillard indéterminé

Risque de destruction de gîtes potentiellement utilisés pour le repos, la mise-bas et l'élevage des jeunes

Risque de perturbation (pollution lumineuse, bruit, activités nocturnes)

Amphibiens

Risque de destruction d'individus en phase terrestre

- Crapaud commun
- Grenouille commune
- Grenouille rieuse

Risque de pollution accidentelle des zones humides et du milieu aquatique

Modifications ponctuelles des couloirs de migration

Reptiles

Risque de destruction d'individus en phase de reproduction

- Lézard des murailles
- Orvet fragile

Oiseaux

Perturbation, voire destruction des individus, des pontes ou des nichées

- Cortège des milieux boisés
- Cortège des milieux ouverts et semi-ouverts
- Cortège des milieux anthropiques (présence sur tous les sites)

Mesures de réduction et d'accompagnement

Mesures génériques

- Mise en place d'un système de management environnemental, comprenant la délimitation physique stricte et le respect des emprises chantier
- Remise en état et amélioration fonctionnelle des milieux à la fin des travaux
- Mesures relatives à la prévention de l'apparition et au développement d'espèces exotiques envahissantes
- Réduction des pollutions et mise en place de dispositifs d'assainissement adaptés

Mesures spécifiques

Mesure visant à maintenir les échanges entre espèces

- Maintien de corridors fonctionnels dans les zones de transit

Mesures visant à prévenir la destruction d'individus

- Diminution de l'attractivité du milieu avant la période de reproduction (ornières, fossés,…)
- Suivi écologique de milieux sensibles
- Balisage des sites de reproduction, réalisation de pêches de sauvetage
- Vérification d'absence et déplacement d'individus par un écologue
- Pose de barrières anti-intrusion dans les zones sensibles
- Adaptation de la période des premiers travaux (pour le déboisement, hors période de sensibilité des espèces)
- Marquage et inspection des arbres potentiellement favorables aux chauves-souris par un chiroptérologue avant abattage, obturation des cavités après évacuation des individus
- Inspection des zones potentielles par un écologue

Mesures techniques propres au chantier

- Réduction des vitesses de circulation lors du chantier pour limiter les collisions avec les espèces
- Gestion de l'éclairage

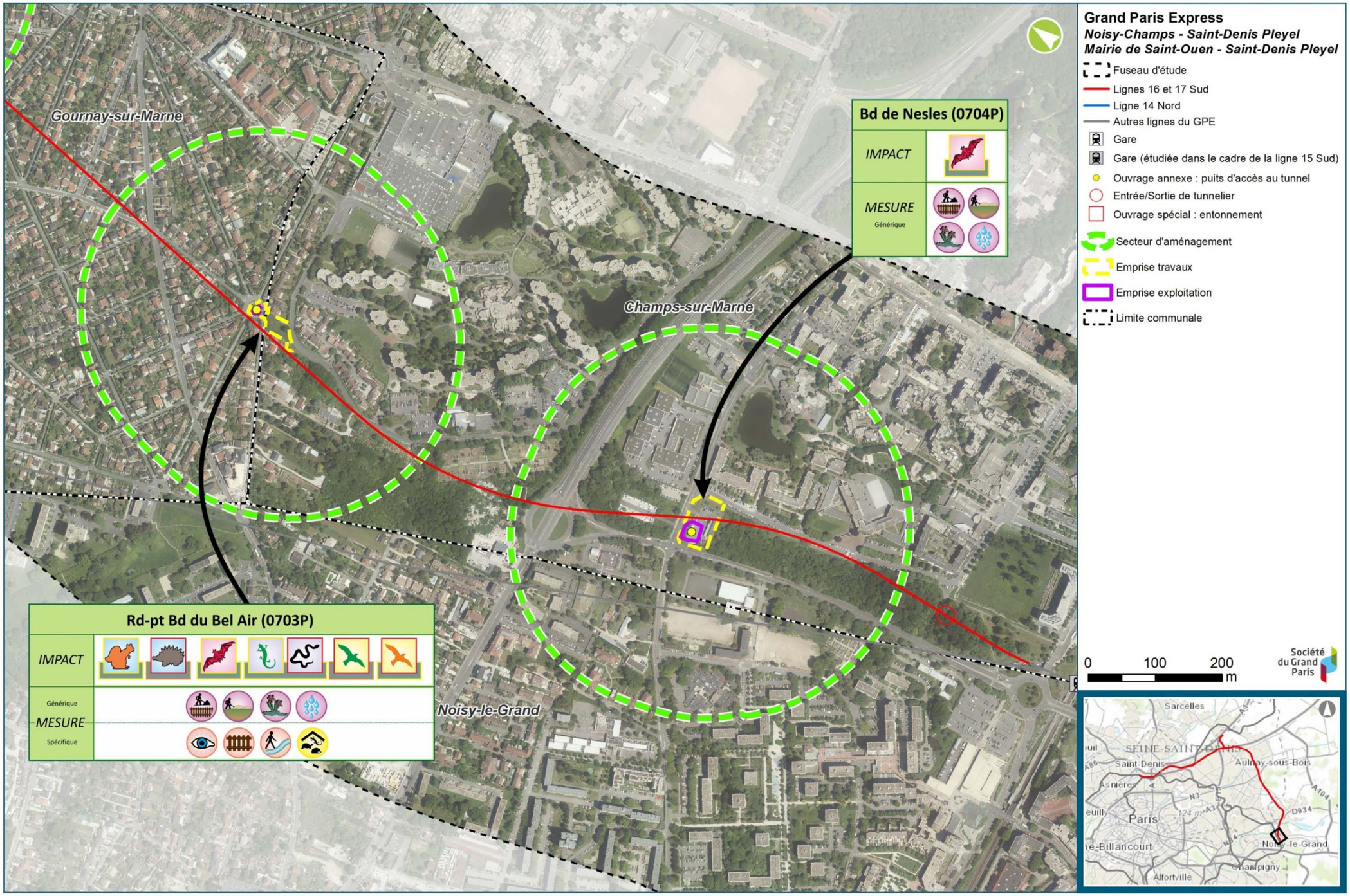
Mise en place d'aménagements pour la faune

- Pose de gîtes artificiels pour les chauves-souris
- Pose de nichoirs
- Mise en place d'abris artificiels sécurisés pour les reptiles, amphibiens et Hérisson d'Europe (tas de bois, hibernacula, gîtes)
- Mise en place de mesures en faveur de la préservation des milieux humides

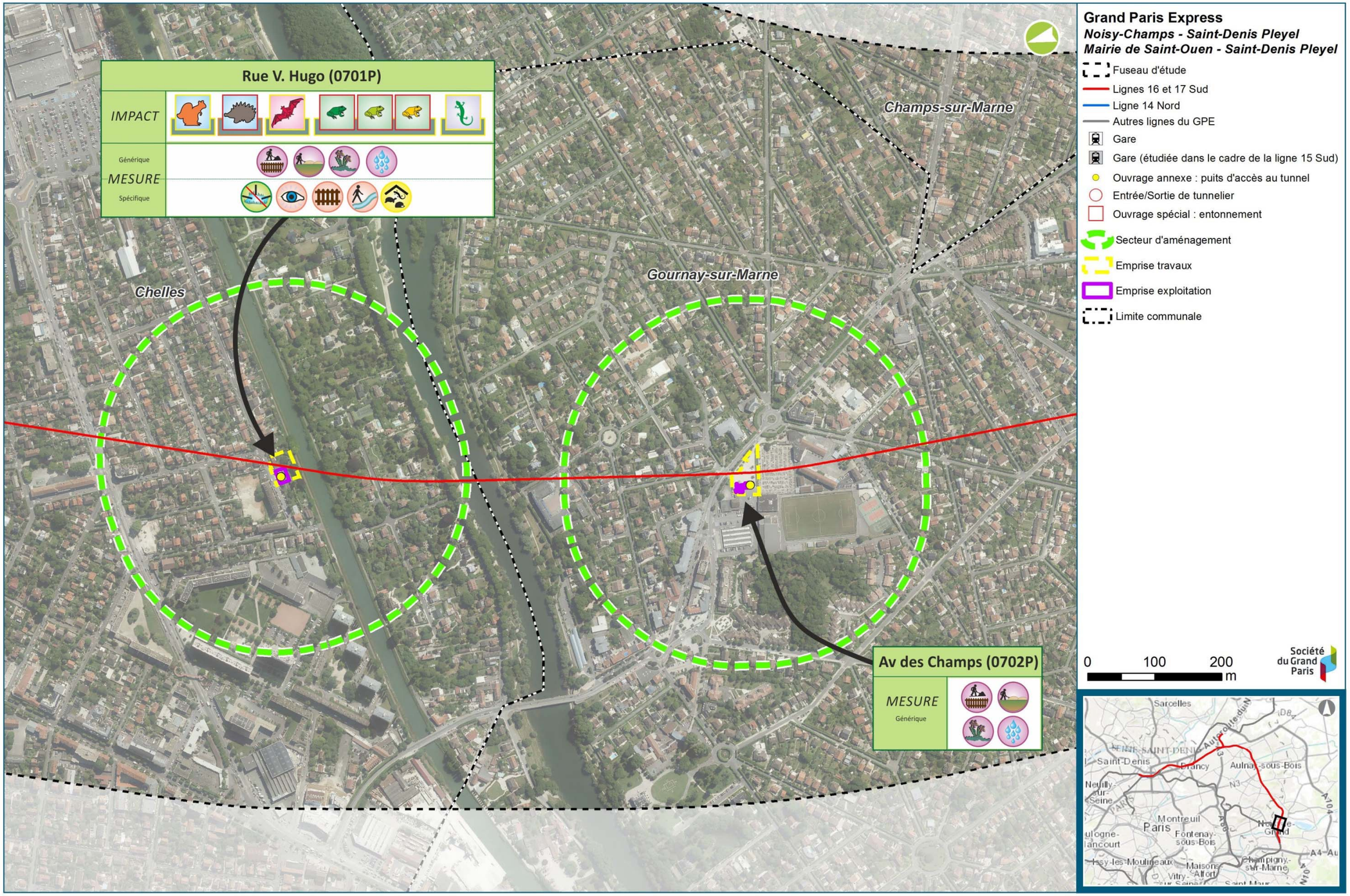
Suivi spécifique de l'avifaune patrimoniale

- Suivi des plans d'eau de sites Natura 2000

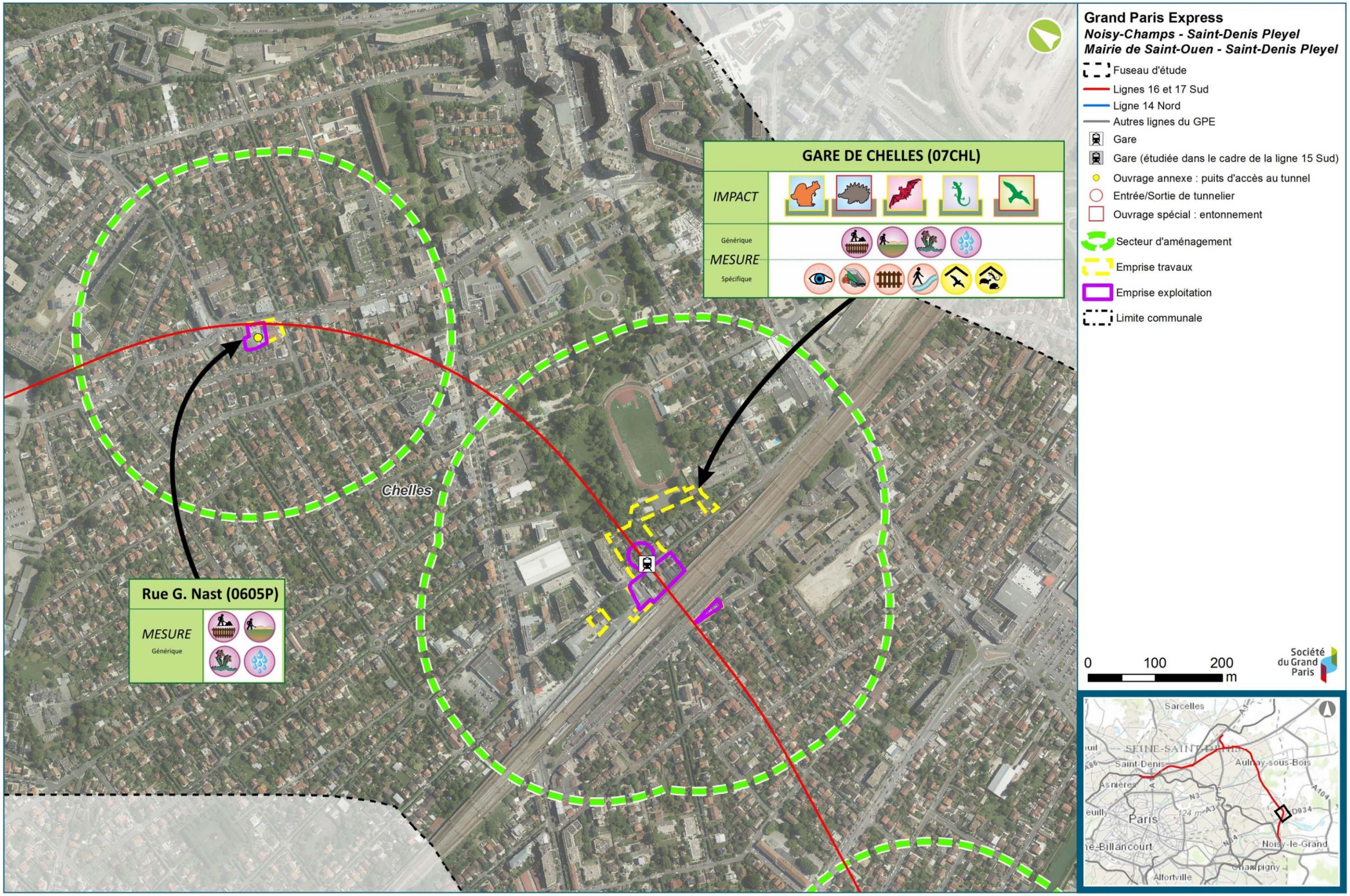
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Légende (Egis, 2016)



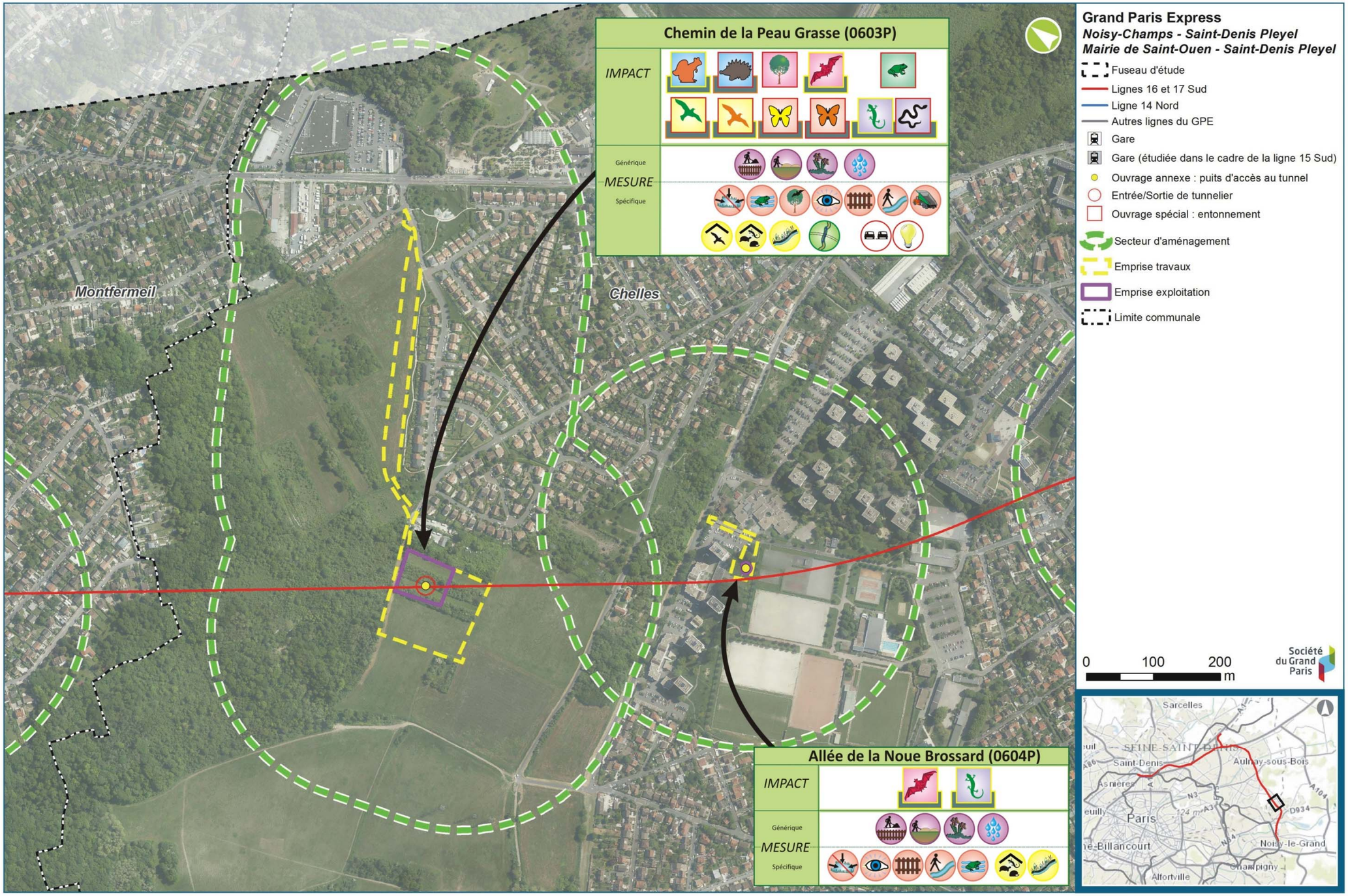
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 0704P, 0703P (Egis, 2016)



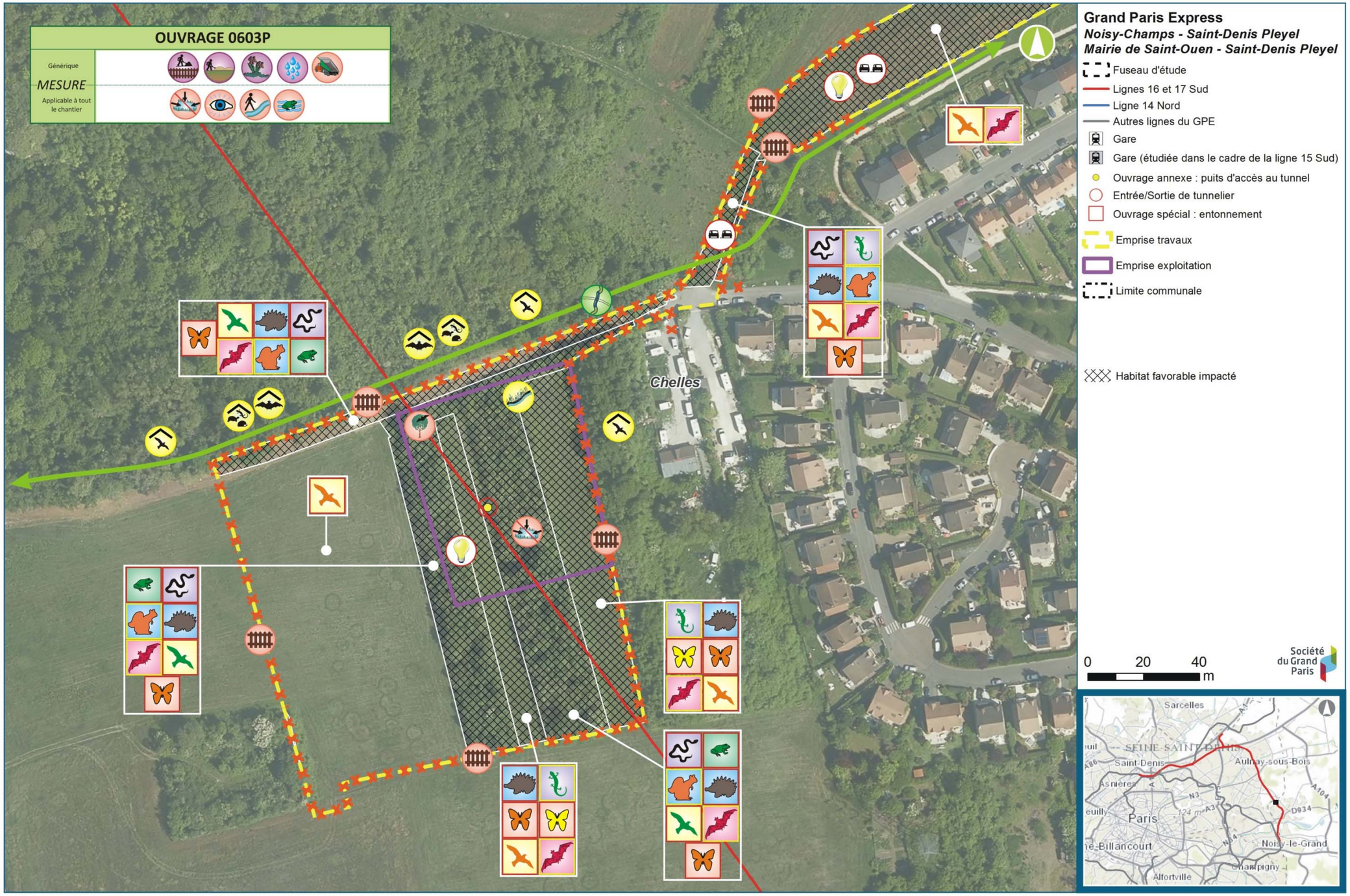
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 0702P, 0701P (Egis, 2016)



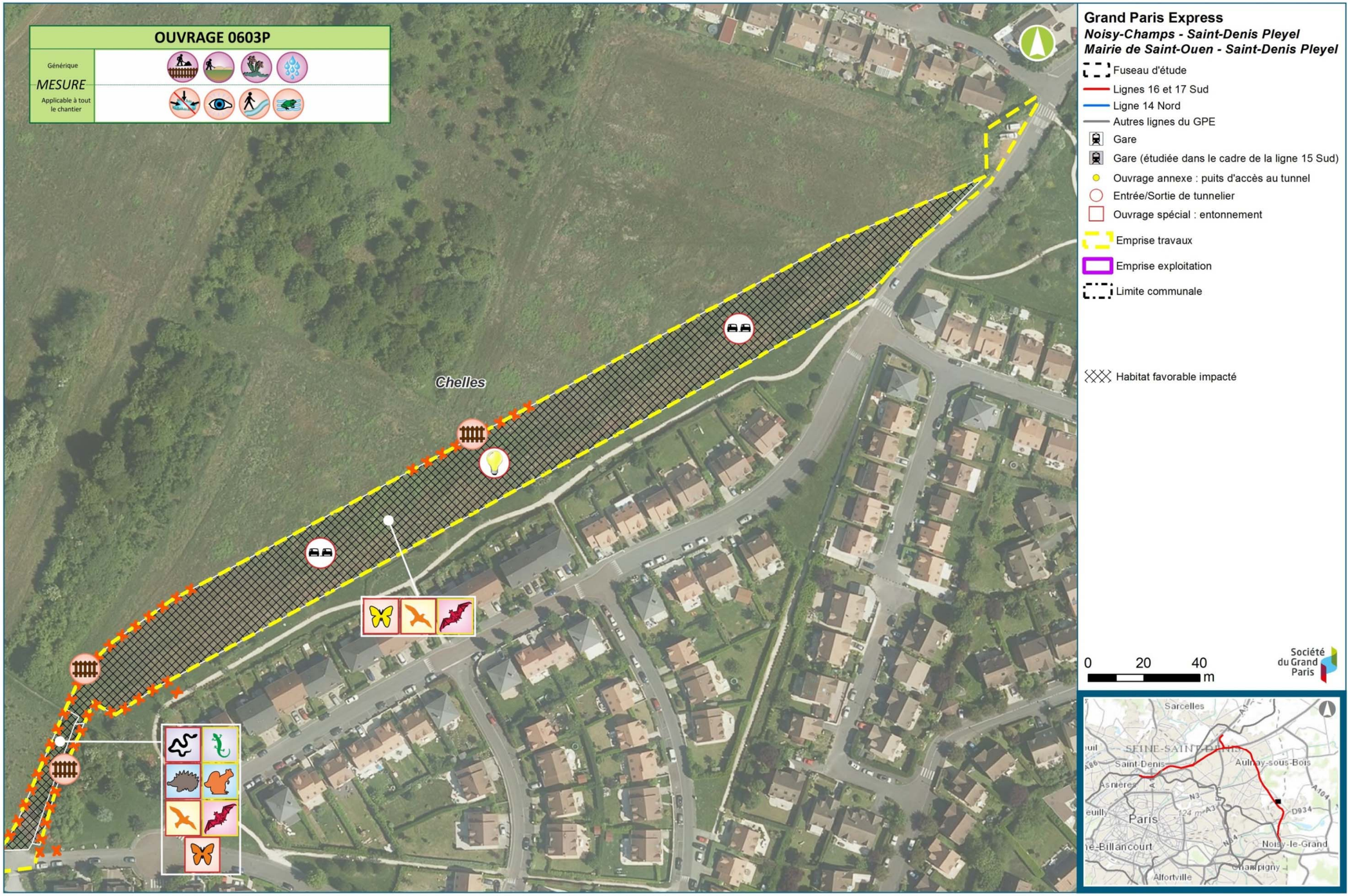
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 07CHL, 0605P (Egis, 2016)



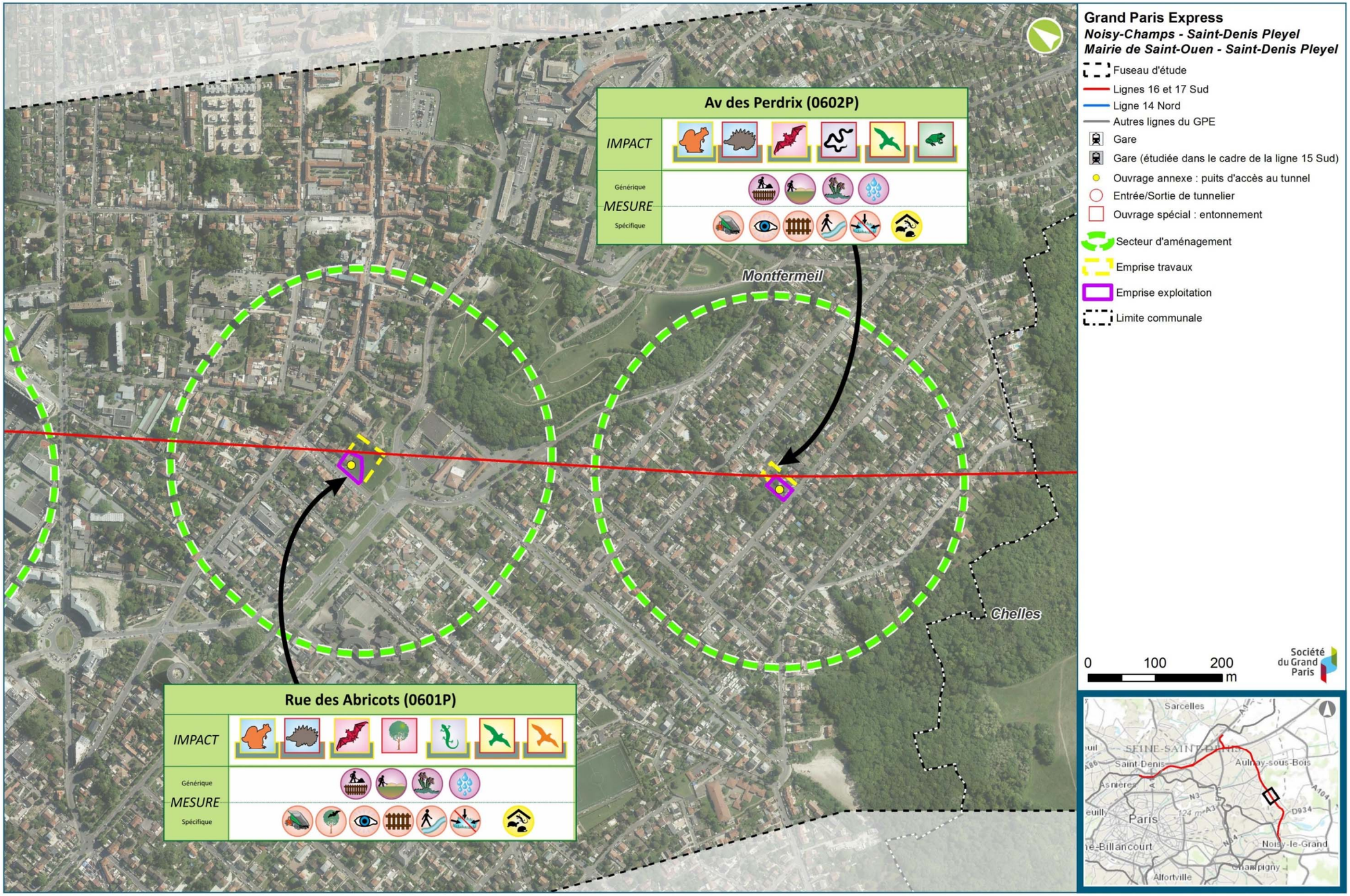
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 0604P, 0603P (Egis, 2016)



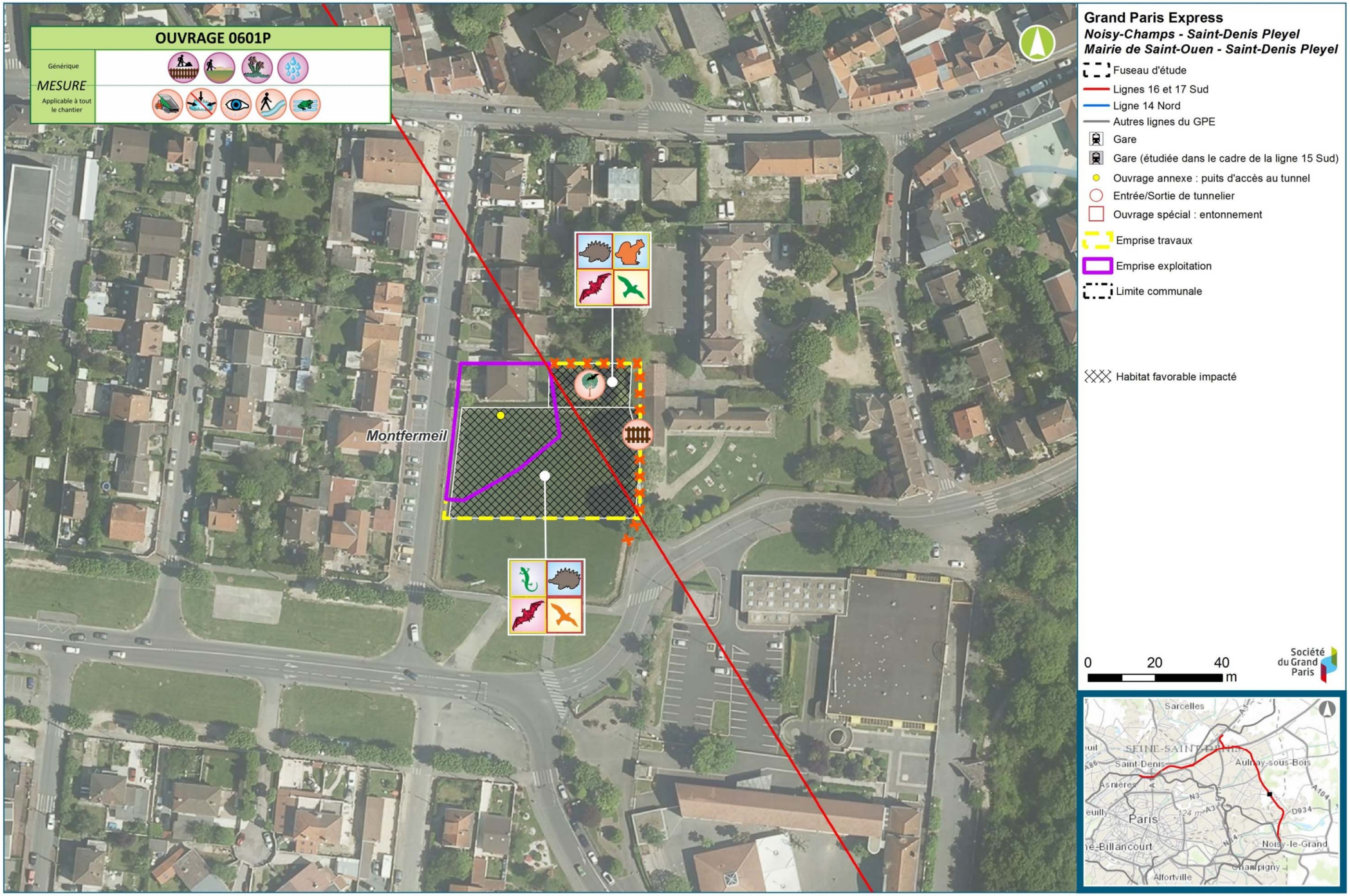
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Zoom sur l'ouvrage 0603P (Egis, 2016)



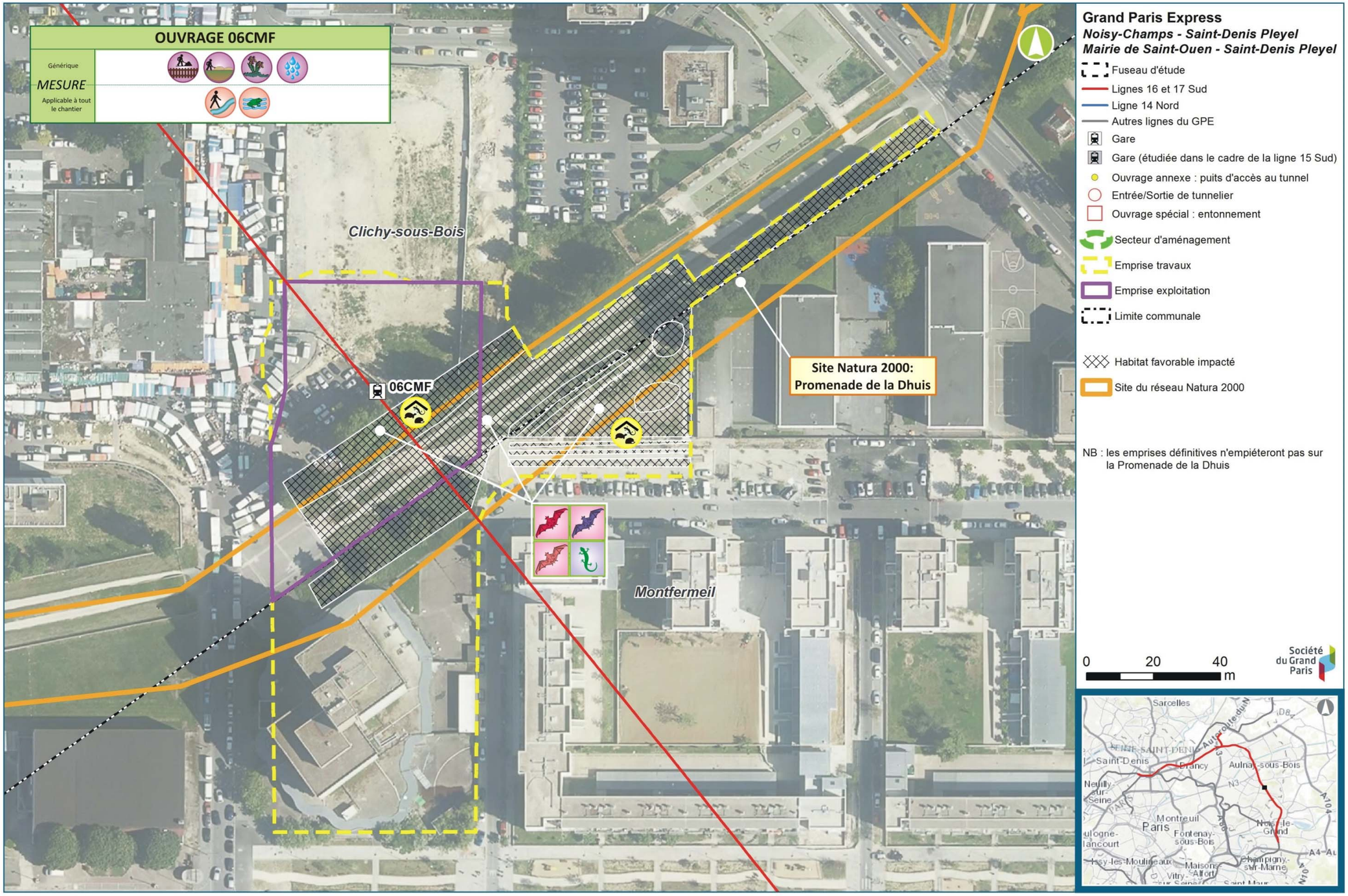
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Zoom sur la piste chantier 0603P (Egis, 2016)



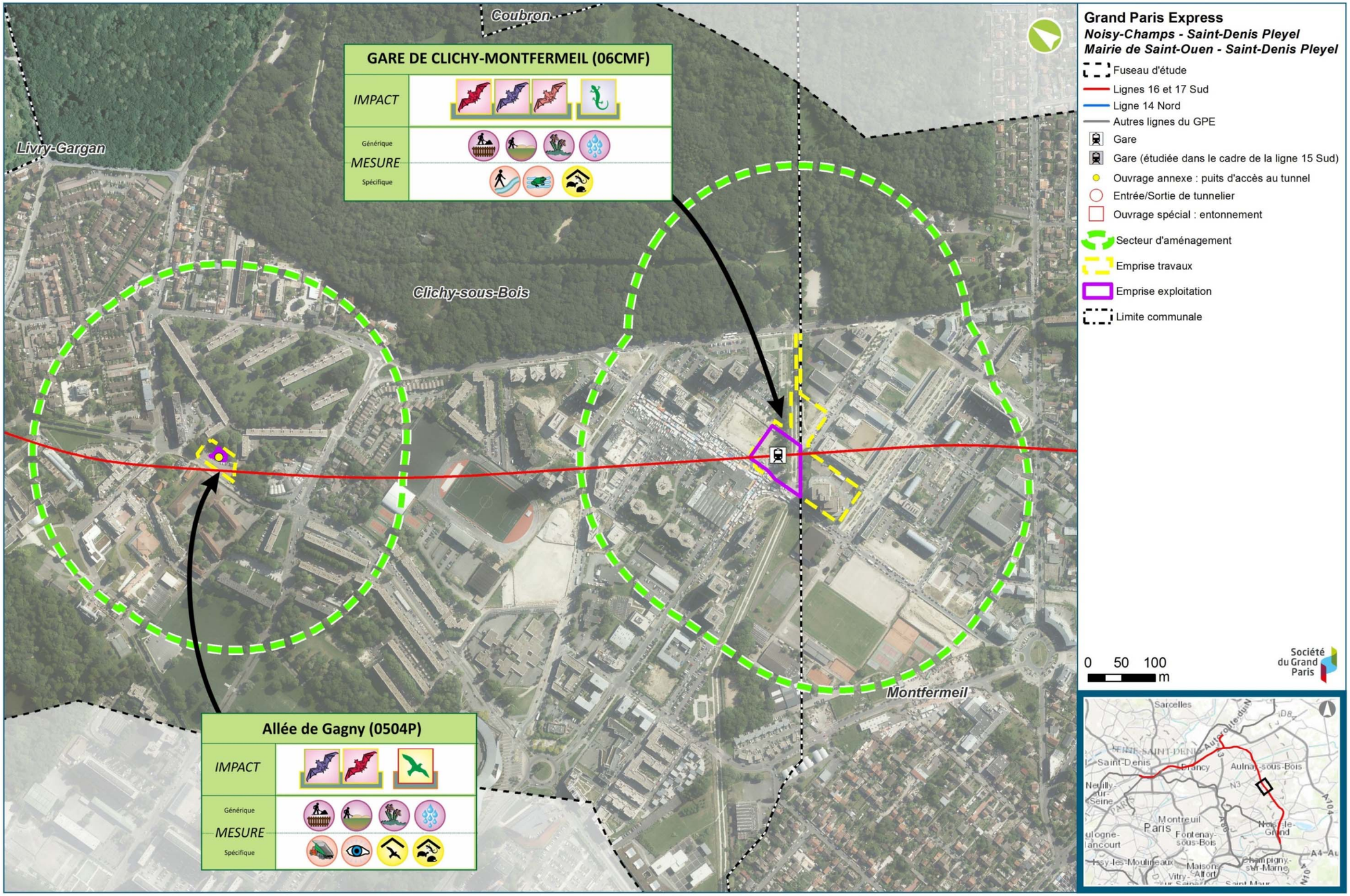
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 0602P, 0601P (Egis, 2016)



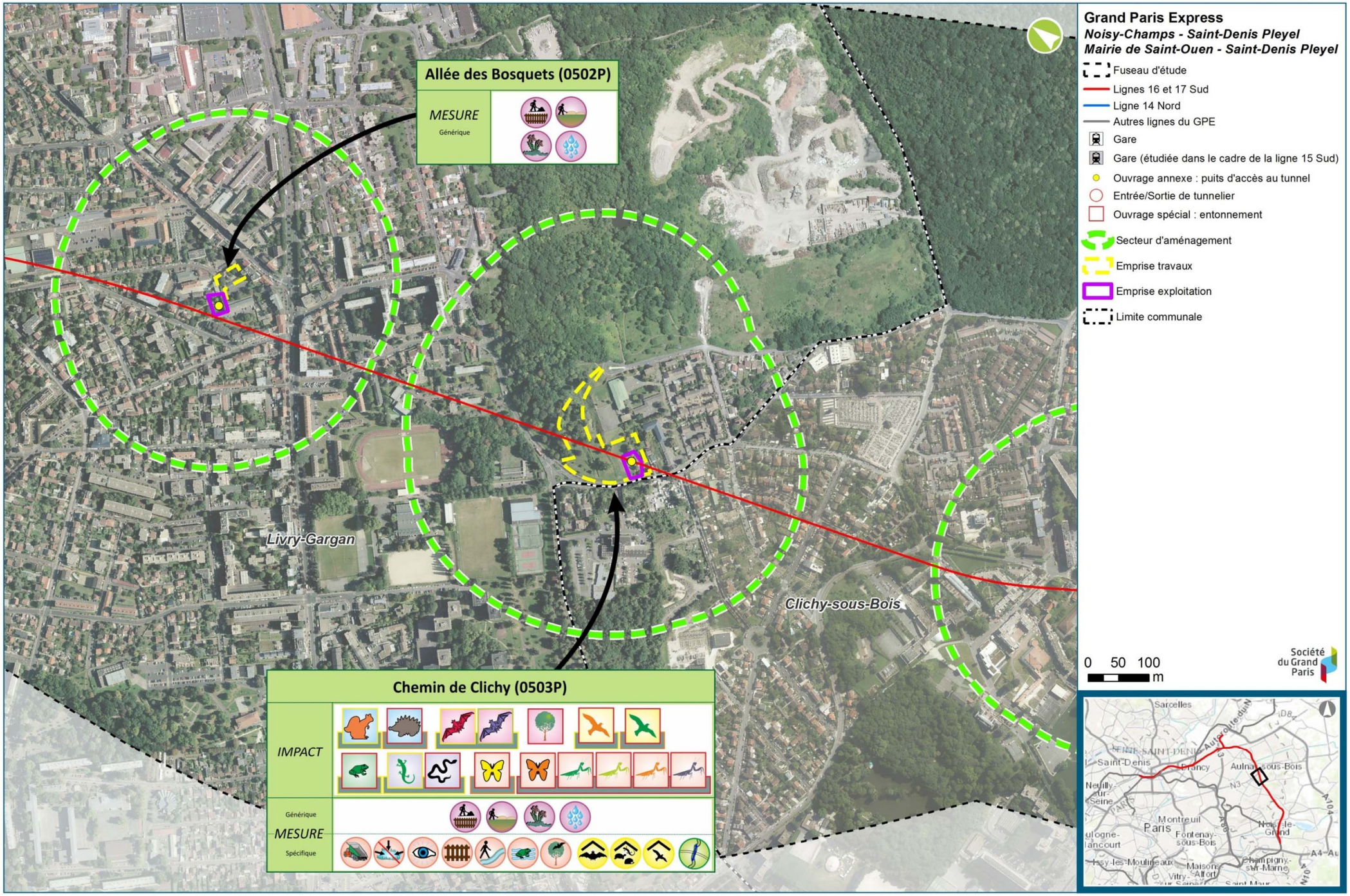
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Zoom sur l'ouvrage 0601P (Egis, 2016)



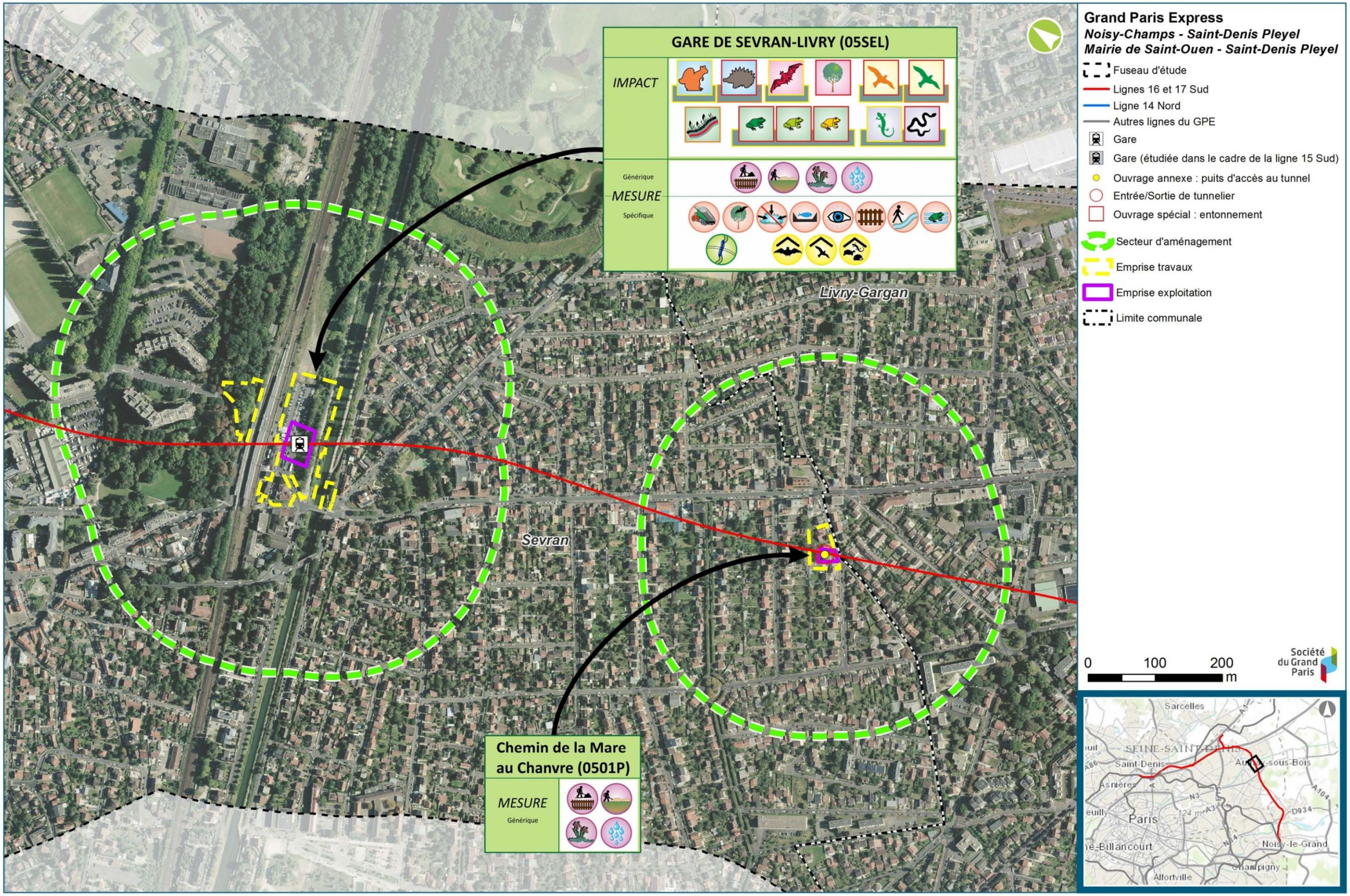
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Zoom sur la gare de Clichy-Montfermeil 06CMF (Egis, 2016)



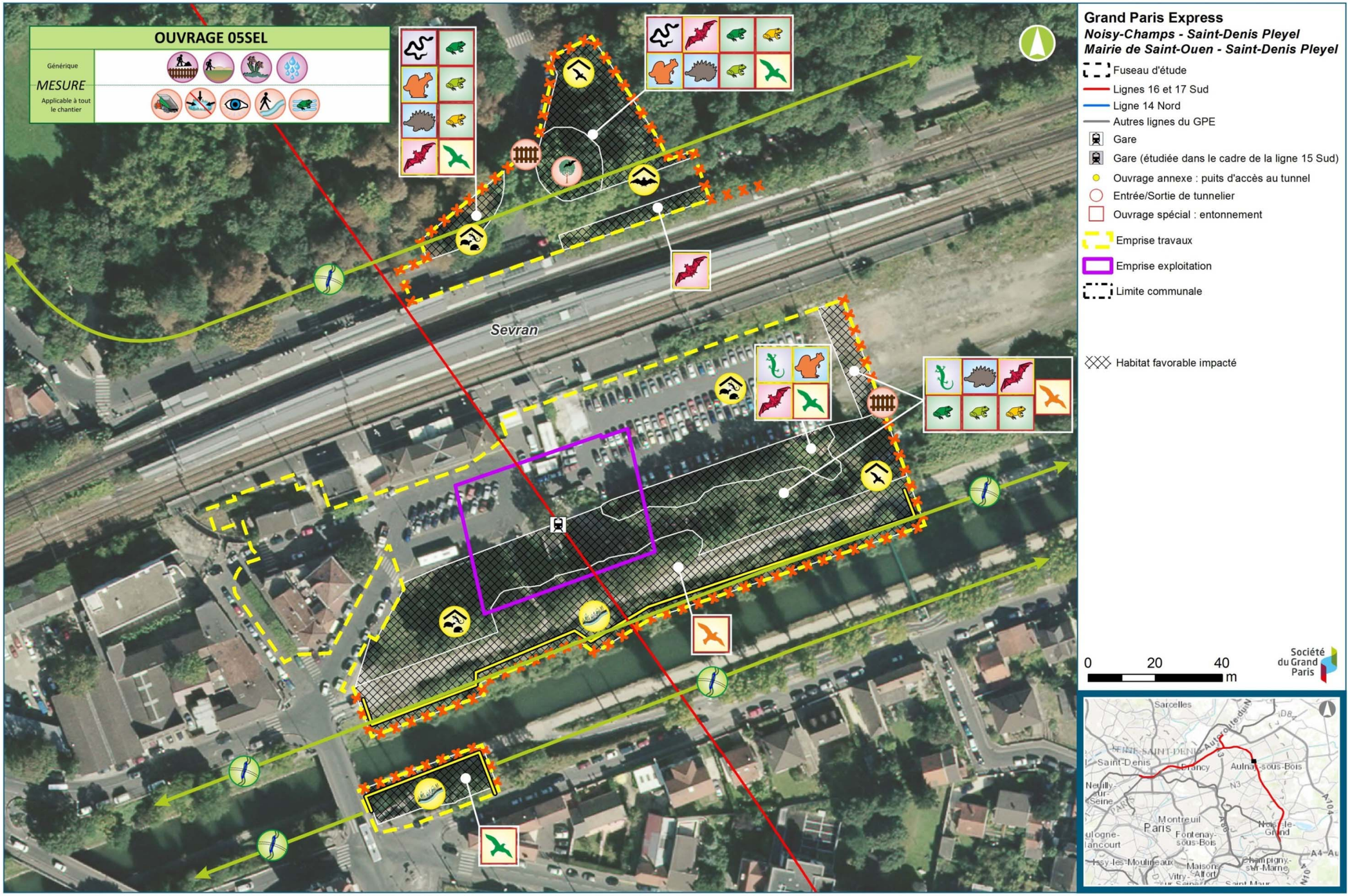
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 06CMF, 0504P (Egis, 2016)



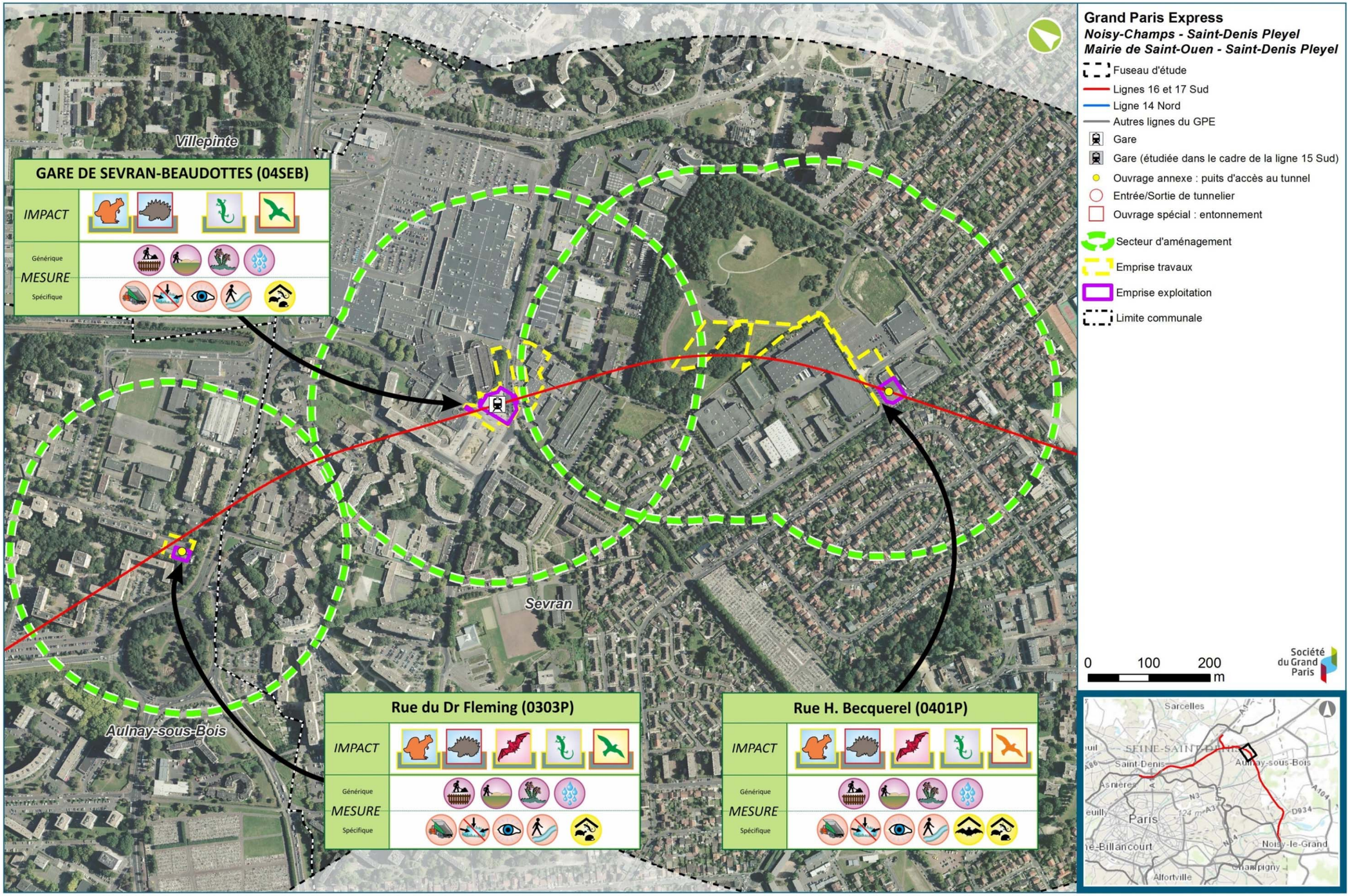
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 0503P, 0502P (Egis, 2016)



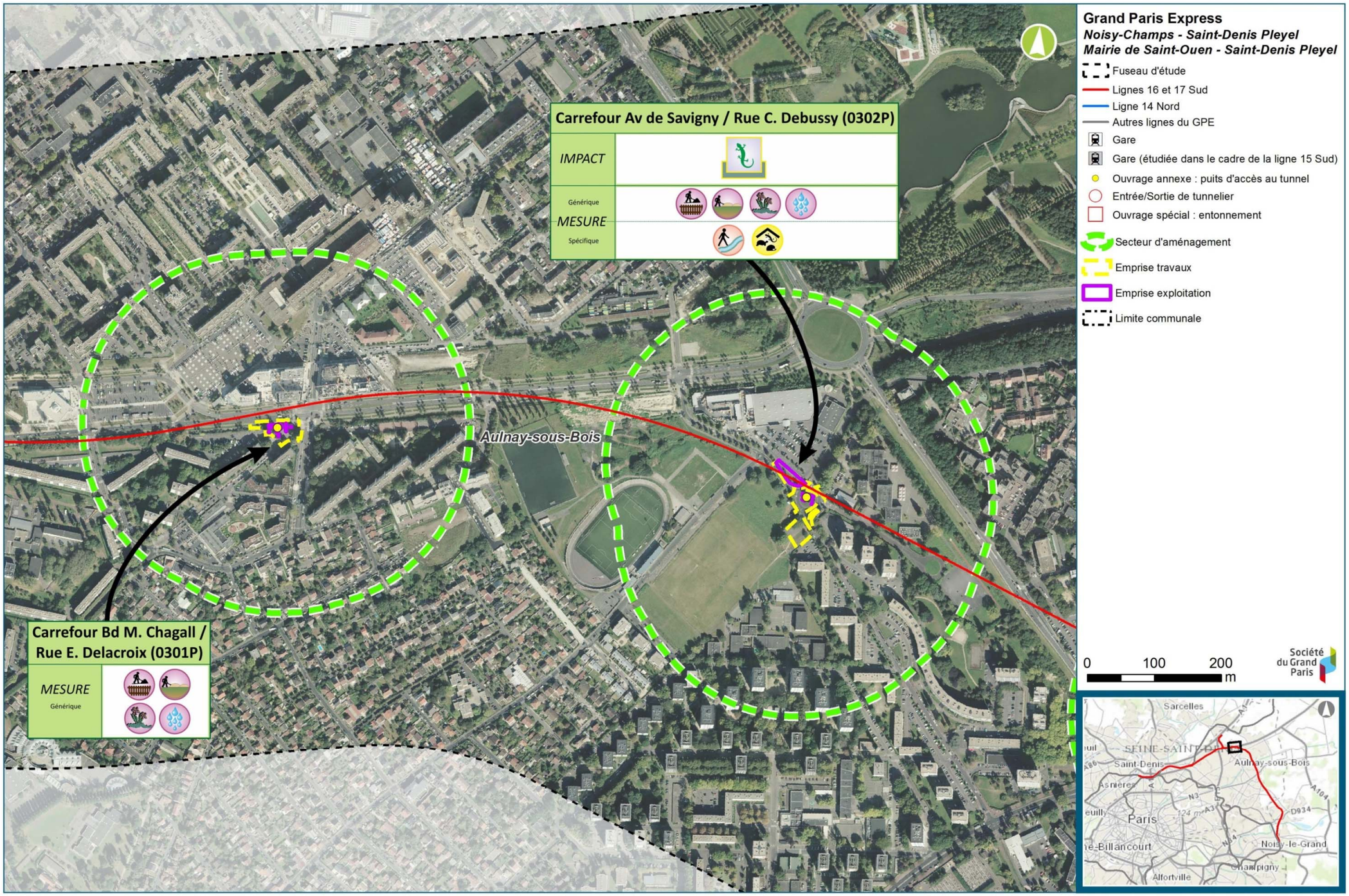
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 0501P, 05SEL (Egis, 2016)



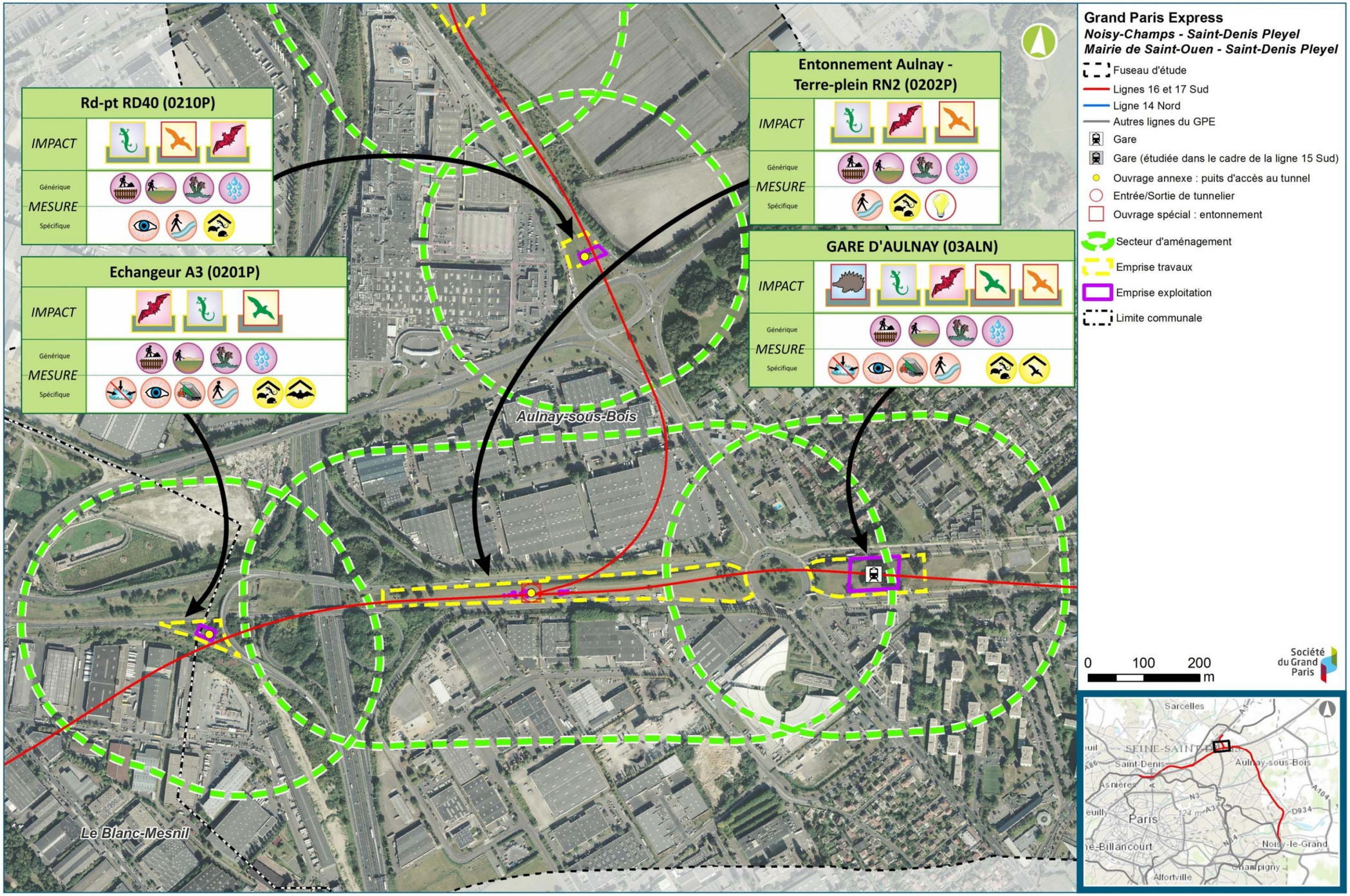
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Zoom sur la gare de Sevran-Livry 05SEL (Egis, 2016)



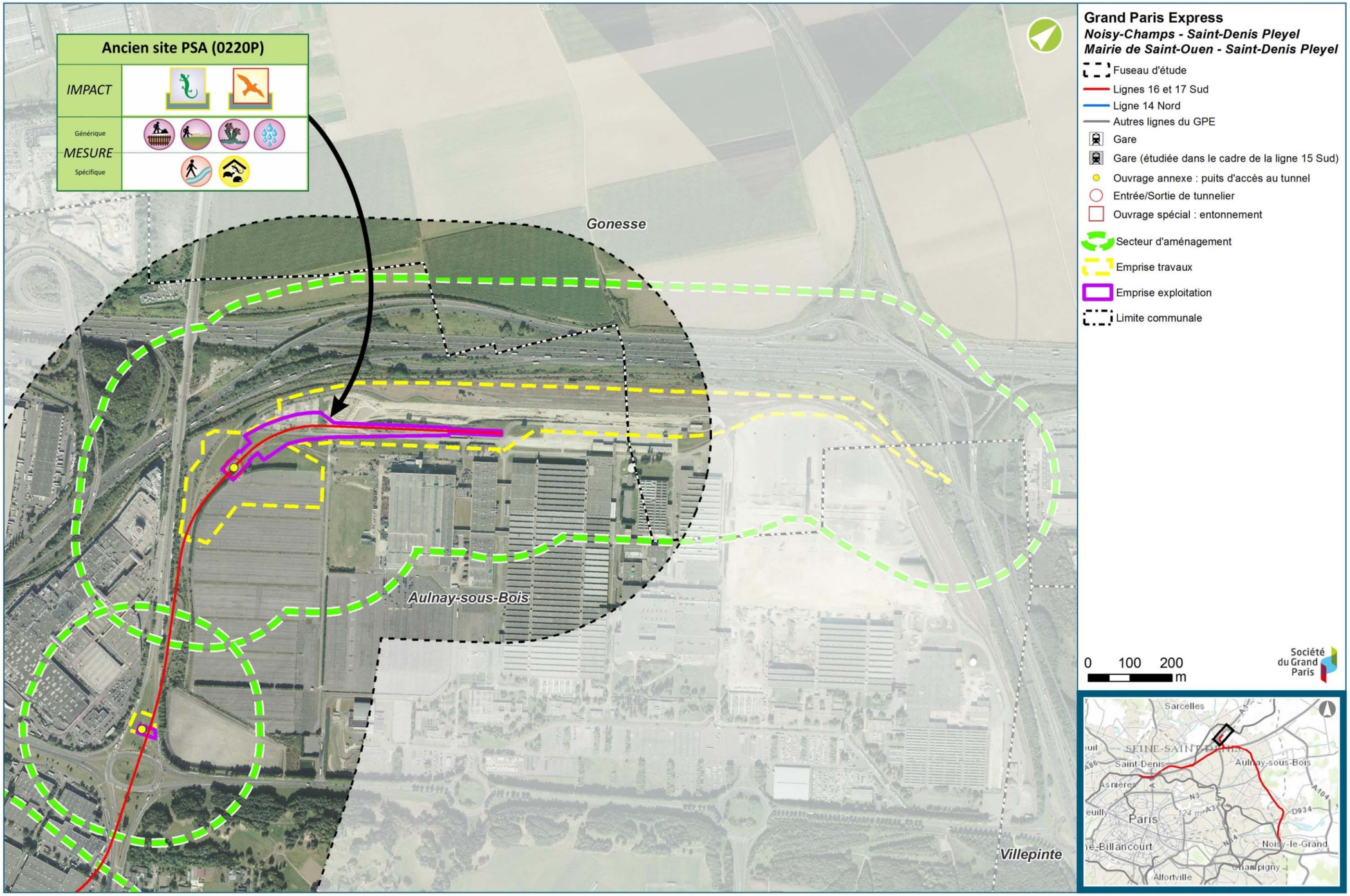
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 0401P, 04SEB, 0303P (Egis, 2016)



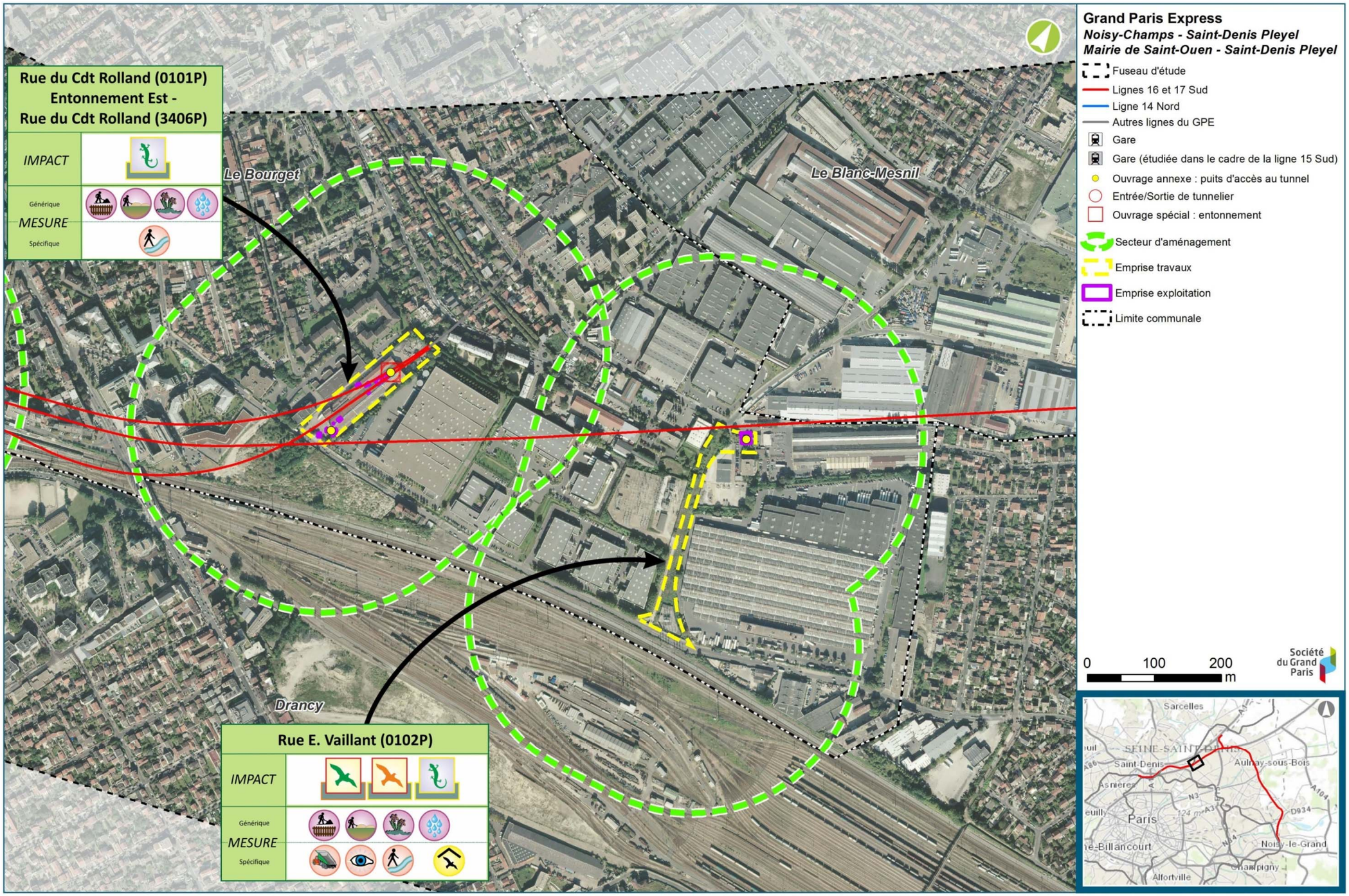
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 0302P, 0301P (Egis, 2016)



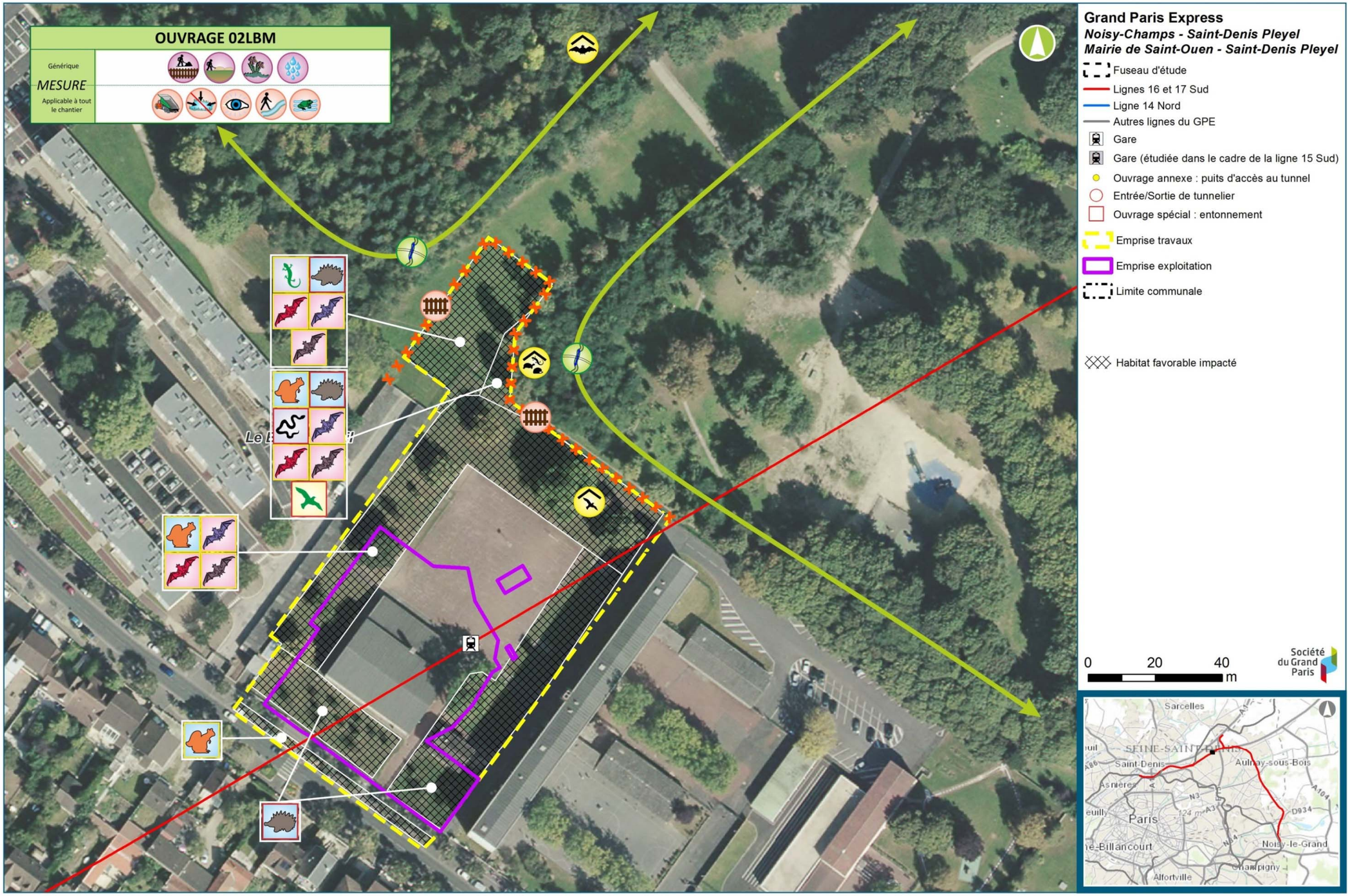
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 03ALN, 0202P, 0210P, 0201P (Egis, 2016)



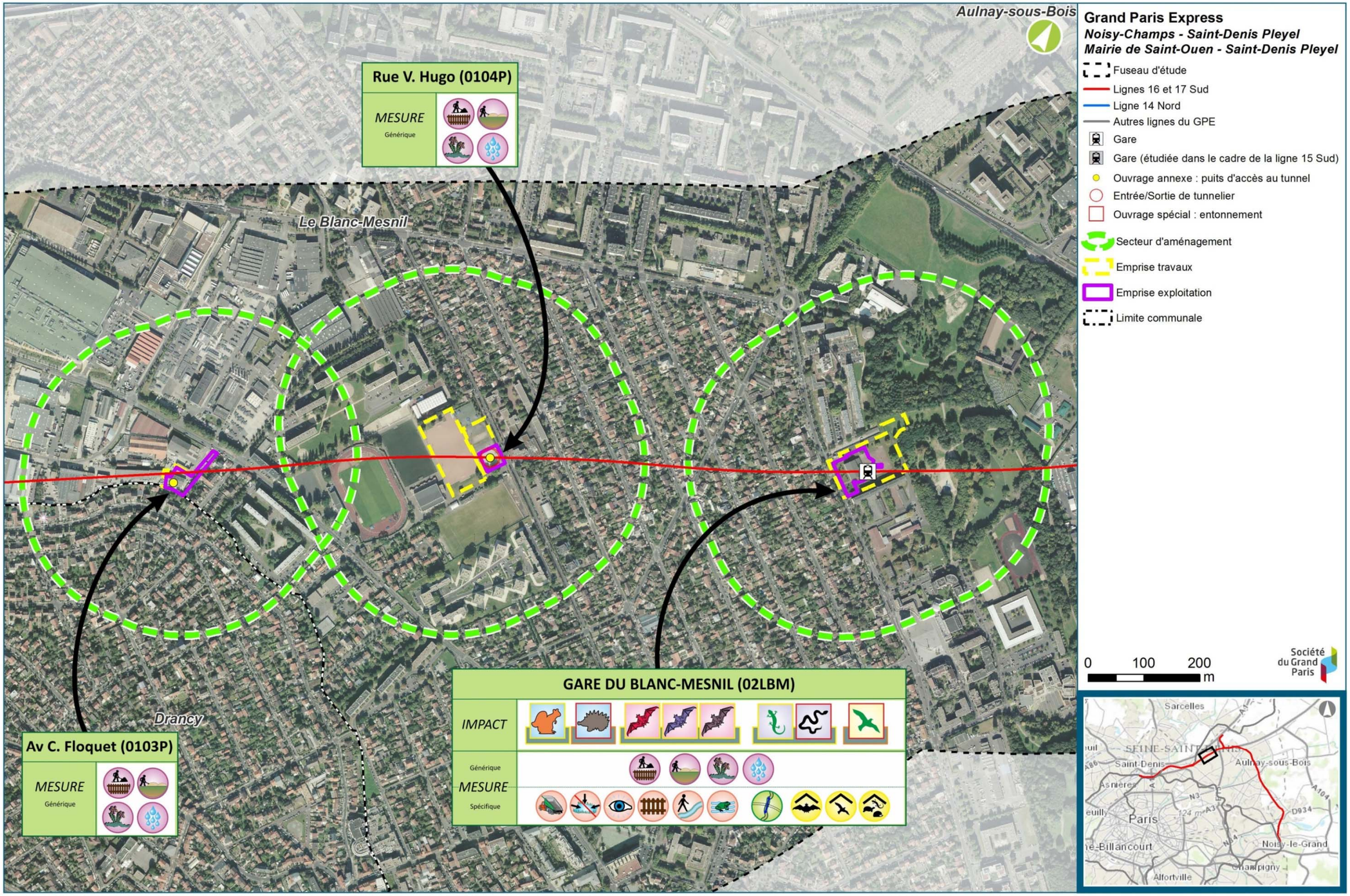
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrage 0220P (Egis, 2016)



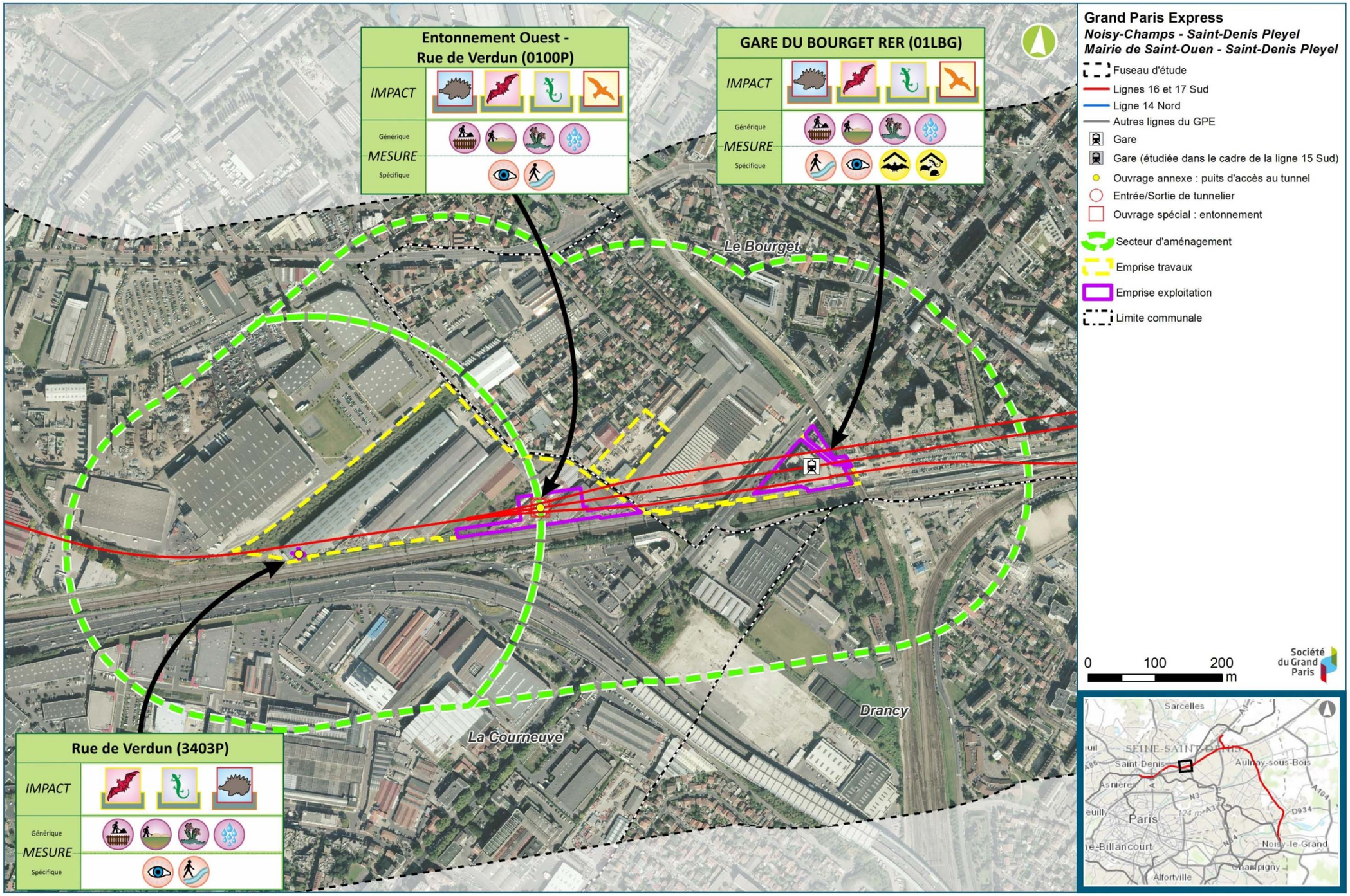
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 0102P, 0101P-3406P (Egis, 2016)



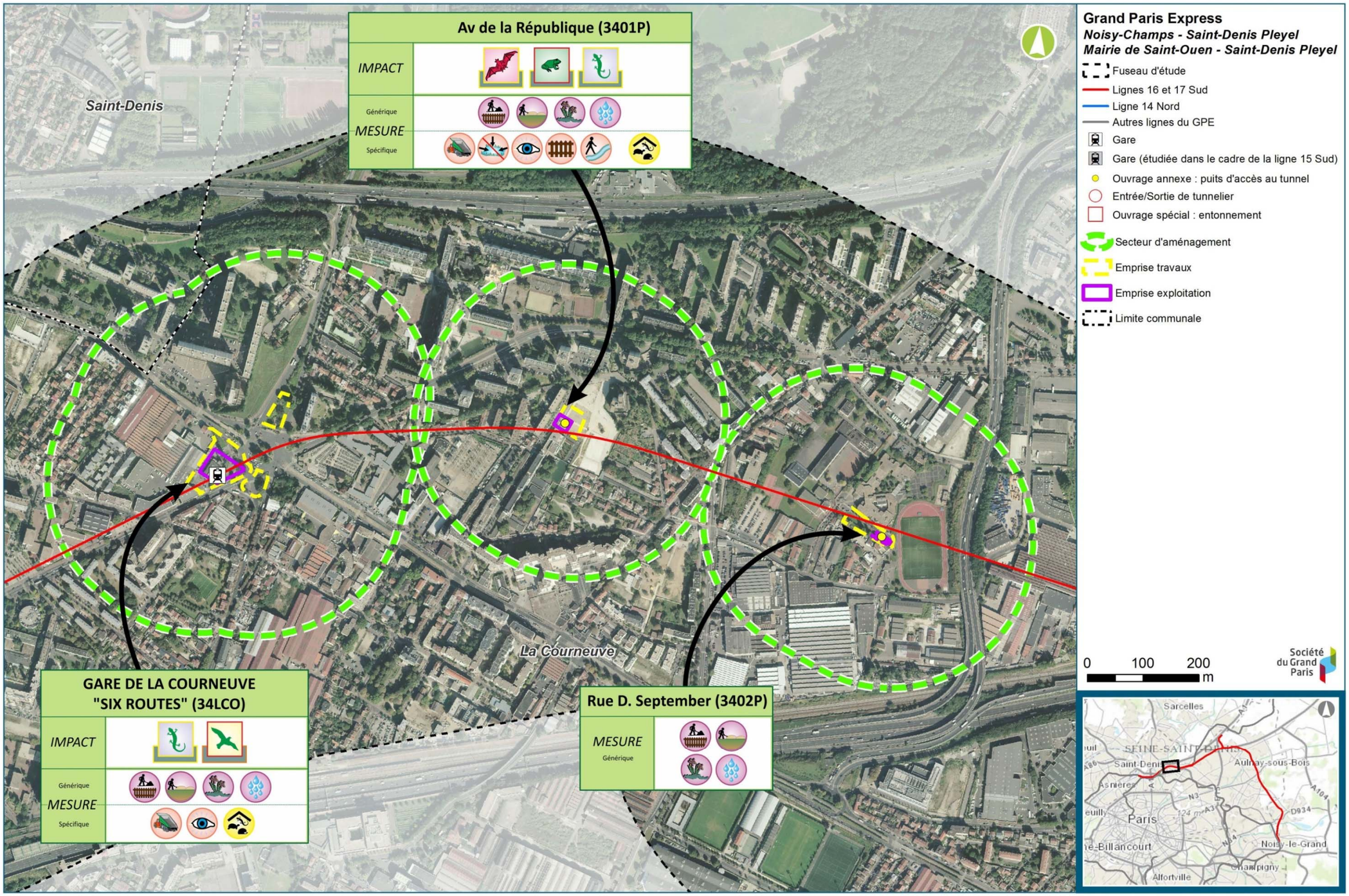
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Zoom sur la gare du Blanc-Mesnil 02LBM (Egis, 2016)



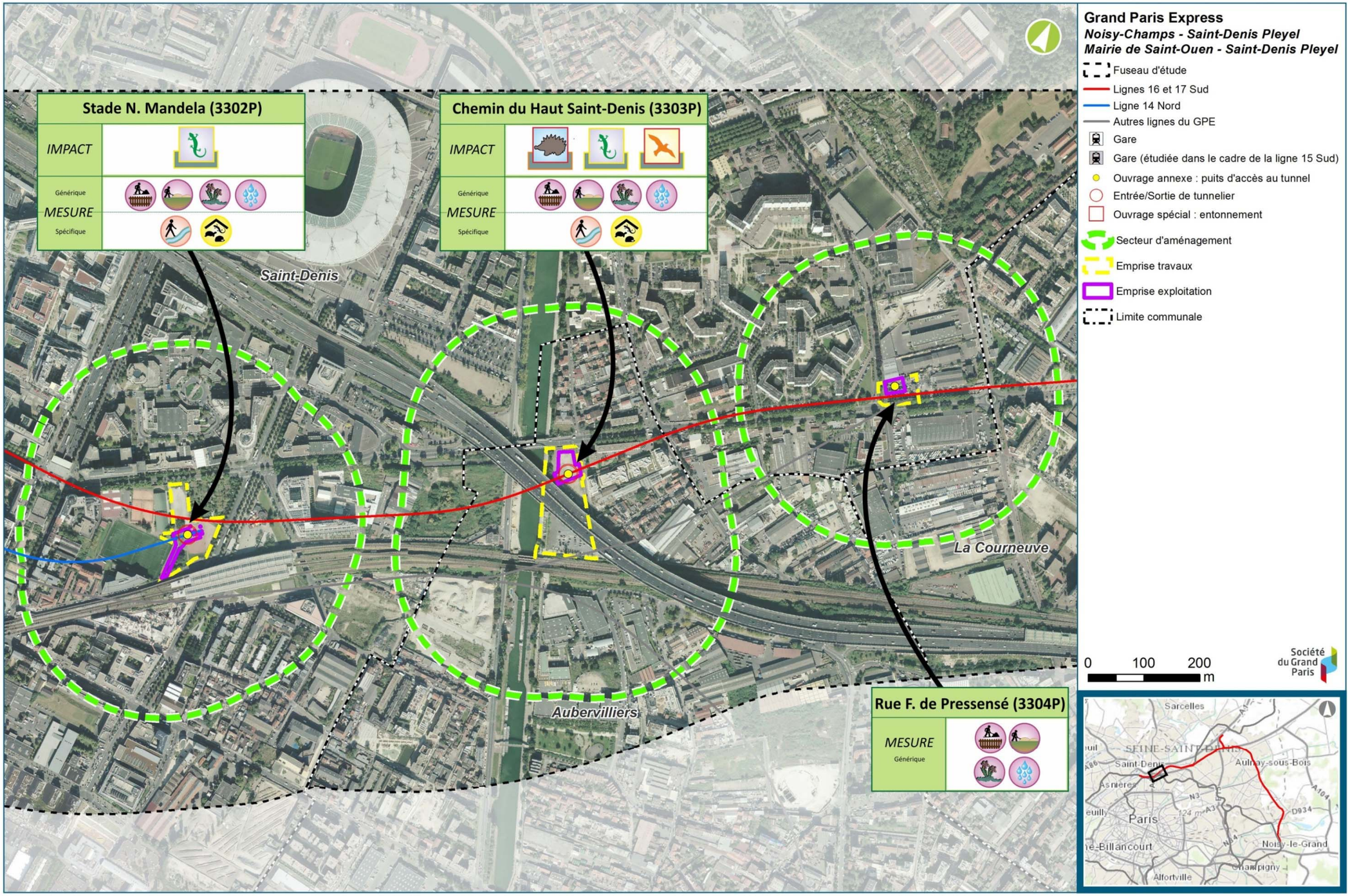
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 02LBM, 0104P, 0103P (Egis, 2016)



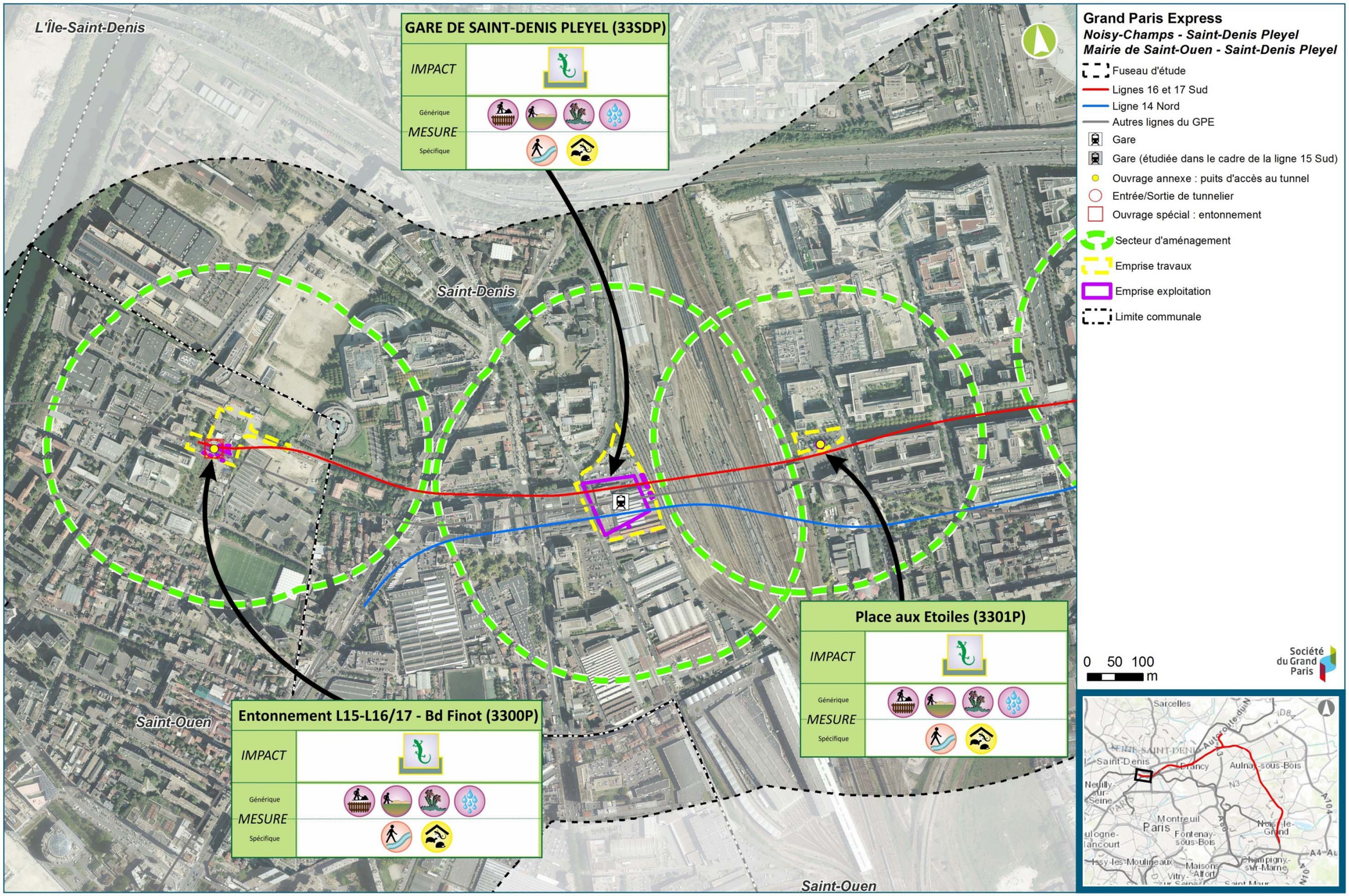
Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 01LBG, 0100P, 3403P (Egis, 2016)



Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 3402P, 3401P, 34LCO (Egis, 2016)



Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 3304P, 3303P, 3302P (Egis, 2016)



Synthèse des impacts et mesures vis-à-vis des milieux naturels, la faune, la flore et les continuités écologiques – Ouvrages 3301P, 33SDP, 3300P (Egis, 2016)

10. Services écosystémiques

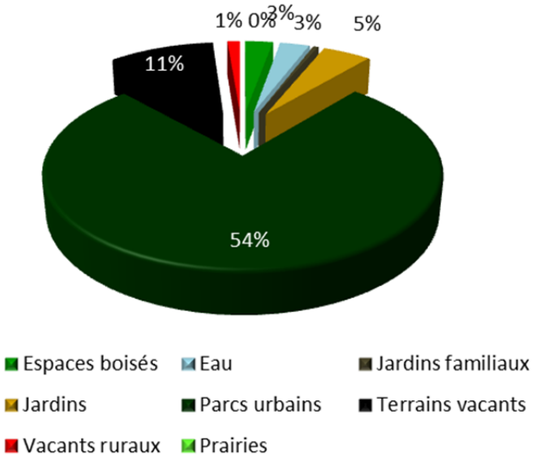
10.1. Milieux naturels et services écosystémiques concernés par le projet

10.1.1. Milieux naturels concernés par le projet

Comme indiqué dans l'état initial (chapitre EIV du présent volet), les milieux semi naturels et naturels représentent environ 20 % de la superficie totale fuseau d'étude (la surface totale du fuseau d'étude représente environ 3 600 ha, les milieux naturels et semi-naturels environ 720 ha).

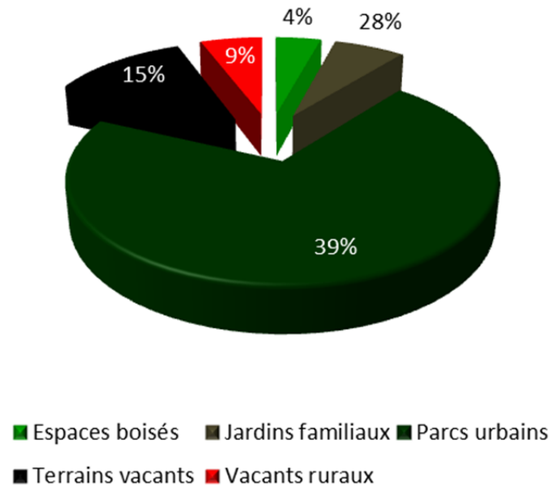
L'analyse qui suit est basée sur le postulat que seuls les milieux dégradés en phase chantier ou exploitation voient leurs services écosystémiques impactés par le projet. Cette dégradation est la conséquence de l'emprise au sol des ouvrages.

En **phase chantier**, la superficie totale des milieux naturels impactés est de 17,5 ha, soit environ 2,4 % de la surface totale des milieux naturels inclus dans le fuseau d'étude. Les milieux naturels les plus impactés sont les parcs urbains.



Proportions des milieux naturels impactés lors de la phase chantier (Biotope, 2014)

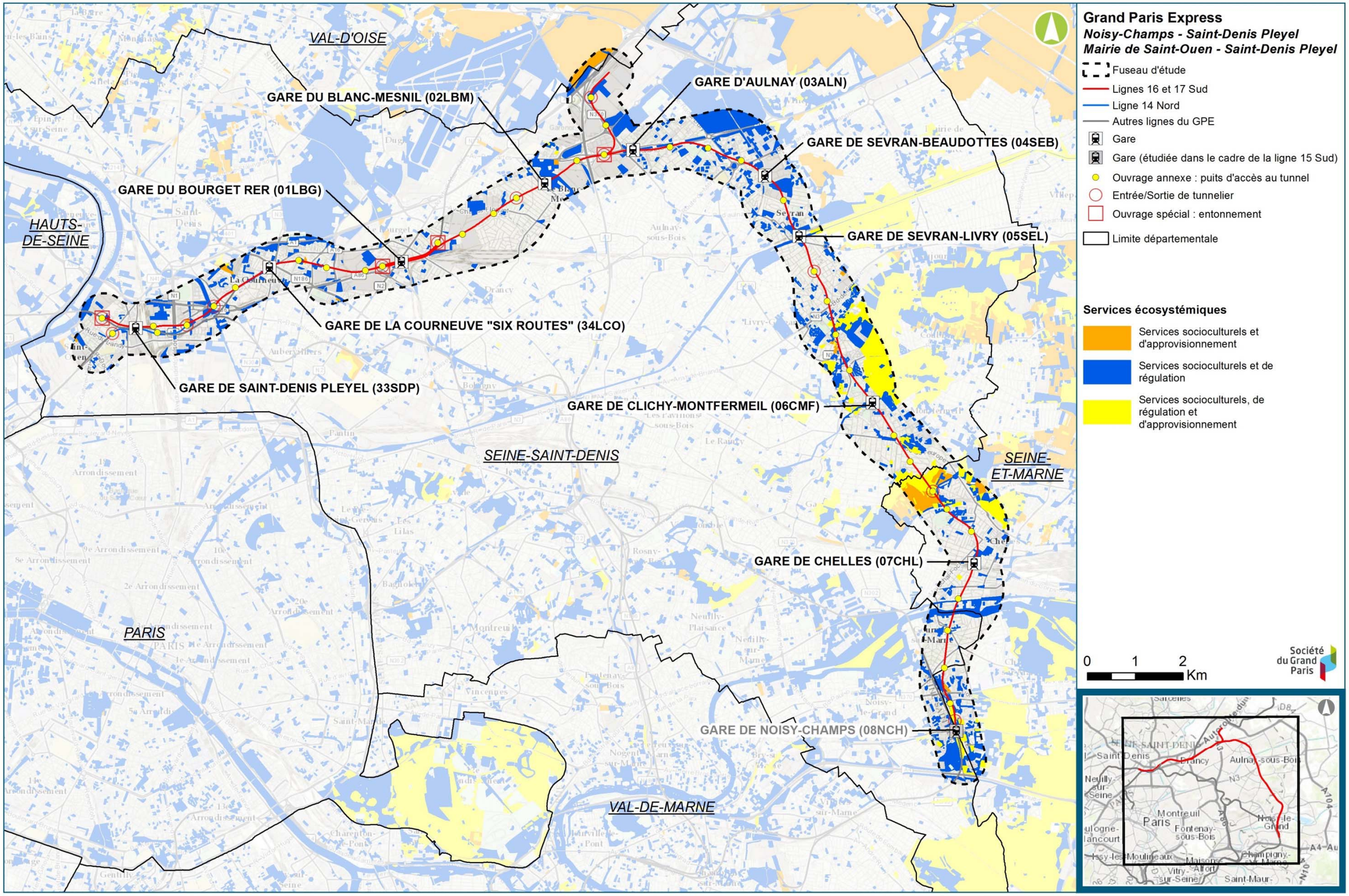
En phase d'exploitation, la superficie totale des milieux naturels impactés est de 2,6 ha soit moins de 1 % des milieux naturels du fuseau d'étude. Les milieux majoritairement impactés correspondent également à des parcs urbains mais les surfaces considérées sont nettement moindres qu'en phase chantier.



Proportions des milieux naturels impactés lors de la phase exploitation (Biotope, 2014)

10.1.2. Services écosystémiques concernés par le projet

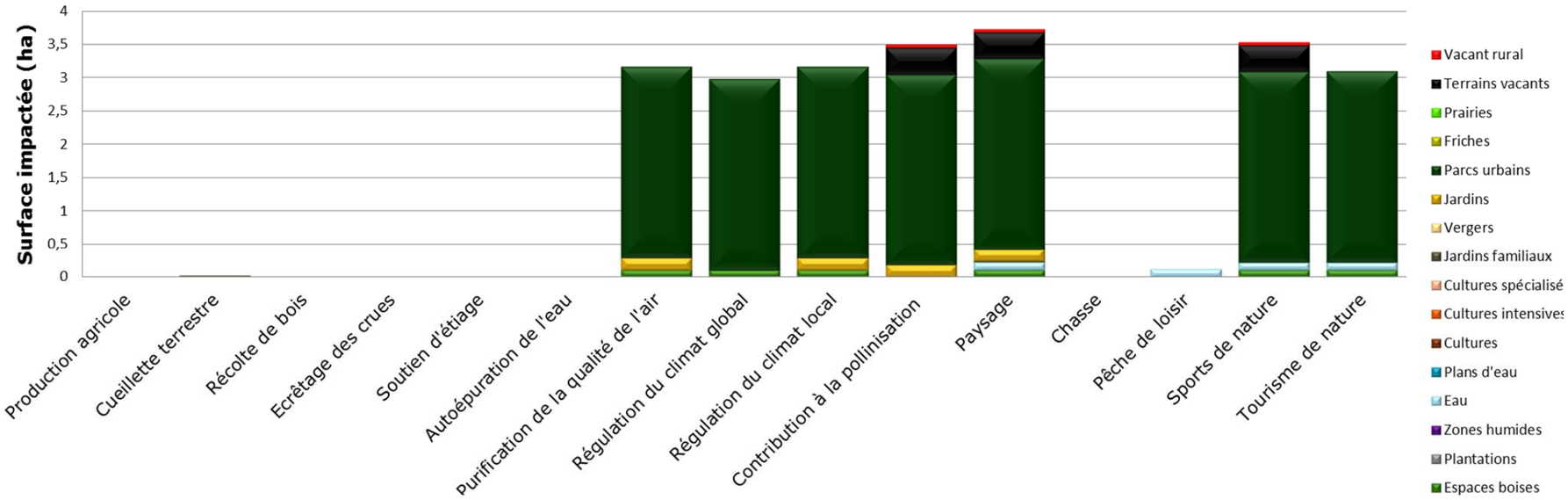
Pour rappel, la carte page suivante présente les services écosystémiques rendus par les milieux du fuseau d'étude.



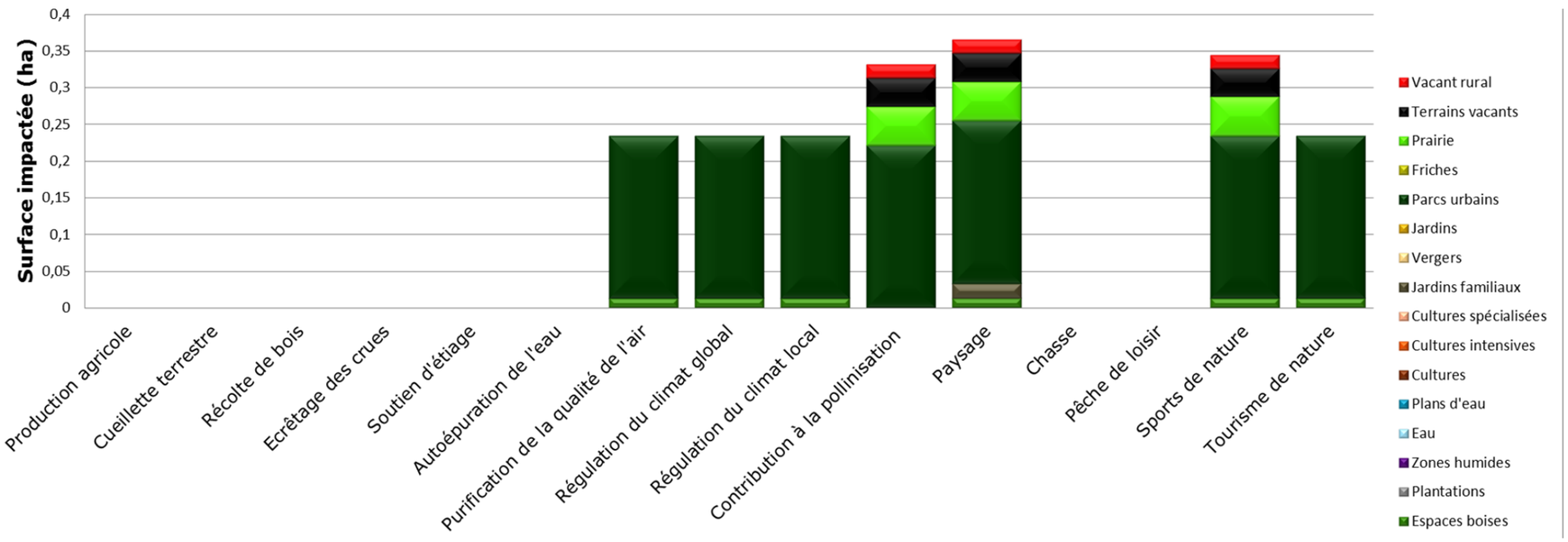
Services écosystémiques rendus par les milieux naturels et semi-naturels du fuseau d'étude (Biotope, Egis, 2015)

Durant la phase chantier, les services socioculturels (activités de tourisme, sports de nature, chasse et pêche) et de régulation (soutien d'étiage, autoépuration de l'eau, purification de la qualité de l'air, régulation du climat global, régulation du climat global et local, contribution à la pollinisation) fournis par les parcs urbains sont les plus impactés.

Durant la phase exploitation, ce sont les mêmes services socioculturels et de régulation fournis par les parcs urbains qui sont impactés, mais dans des proportions bien moindres.



Surfaces relatives aux services écosystémiques impactés lors de la phase chantier (Biotope, 2014)



Surfaces relatives aux services écosystémiques impactés lors de la phase exploitation (Biotope, 2014)

Ces impacts conduisent à une diminution des surfaces propices à la pratique d'activités sportives et de plein air ainsi qu'à une diminution des surfaces améliorant le cadre de vie des citoyens par une purification de l'air et une régulation du climat local et global. Néanmoins, cette dégradation s'élève à moins de 5 % de la surface totale de parc urbain disponible par les citoyens. Par ailleurs, la dégradation des services associés ne sera que temporaire, considérant les mesures de remise en état des sites et de reconstitution des milieux après travaux.

Les services d'approvisionnement fournis par les jardins familiaux ne sont pas impactés par le projet, en phase travaux comme en phase exploitation.

Le service de production agricole n'est que très peu concerné par le projet (moins de 2 ha en phase travaux, 0 ha en phase d'exploitation). Ils ne sont donc pas traités dans ce chapitre, de même que le service de récolte de bois qui n'est pas fourni par les milieux recensés sur le fuseau d'étude.

10.2. Impact et mesures en phase chantier et exploitation concernant les services écosystémiques

10.2.1. Services de régulation

Parmi les services de régulation, seuls les services de purification de la qualité de l'air, de régulation du climat et de contribution à la pollinisation seront impactés par le projet. Toutefois, parmi ces services, seul le service de régulation du climat global a pu être quantifié, faute de données disponibles pour les autres. Seul ce service est donc détaillé dans ce paragraphe.

Au sein du fuseau d'étude, les espaces boisés sont principalement représentés par la forêt régionale de Bondy, la Plaine de Montguichet, le parc départemental du Sausset ainsi que des parcs urbains. Dans les résultats qui suivent, un coefficient de recouvrement arboré de 30% a été appliqué dans le cas des parcs urbains non renseignés par l'Inventaire Forestier National. L'ensemble des milieux du fuseau d'étude participent au stockage d'environ 65 500 t de CO2.

Essence	Surface (ha)	Biomasse sur pied (m^3)	Densité	Quantité de bois (t)	Quantité de carbone (t)	Quantité de CO_2 (t)
Bouleau	3,7	718	650	598	284	1 050
Châtaignier	18,4	3 206	620	2 544	1 208	4 471
Chêne	175,2	18 223	690	16 095	7 645	28 286
Frêne	58,1	2 509	690	2 216	1 053	3 895
Hêtre	11,5	239	710	217	103	381
Orme	10,1	685	680	596	283	1 048
Peuplier tremble	10,1	685	510	447	212	786
Pin	11,2	480	530	325	154	572
Autres	53,4	5 628	700	5 043	2 395	8 863
Milieux hors IFN	280,2					16 190
TOTAL	536,5					**65 540**

Calcul du stockage de CO_2 par les milieux forestiers situés sur le projet (Biotope, 2014)

Les impacts liés au projet sont faibles en phase chantier et négligeables en phase d'exploitation. En effet, l'impact sur le stockage de CO2 est toujours inférieur à 1 % du carbone stocké par l'ensemble des milieux arborés présents sur le fuseau d'étude.

10.2.2. Services socioculturels, impacts et quantification

10.2.2.1. Services socioculturels de chasse et de pêche (sports de nature)

Les milieux aquatiques impactés par le projet concernent le canal de l'Ourcq, en phase chantier lors de la réalisation de la future gare de Sevran-Livry. La pratique de la pêche est y largement répandue : en 2014, 490 personnes possédaient une carte de pêche dont 450 adultes et 40 enfants. En phase chantier, la portion du canal la plus proche des sites de travaux sera moins accessible à ces activités de pêches. Néanmoins, la portion de canal concernée, par rapport à la surface totale du canal ainsi que des données de fréquentation obtenues à l'échelle du canal ne permettent pas de quantifier de manière précise l'impact des travaux sur ce service.

De plus, un phénomène de report vers les portions du canal non impactées par ce projet est plus que probable. **L'impact temporaire sur le service de pêche peut donc être considéré comme faible**.

10.2.2.2. Services socioculturels rendus par les parcs et les milieux boisés (sports de nature)

Approche par des indicateurs de fréquentation

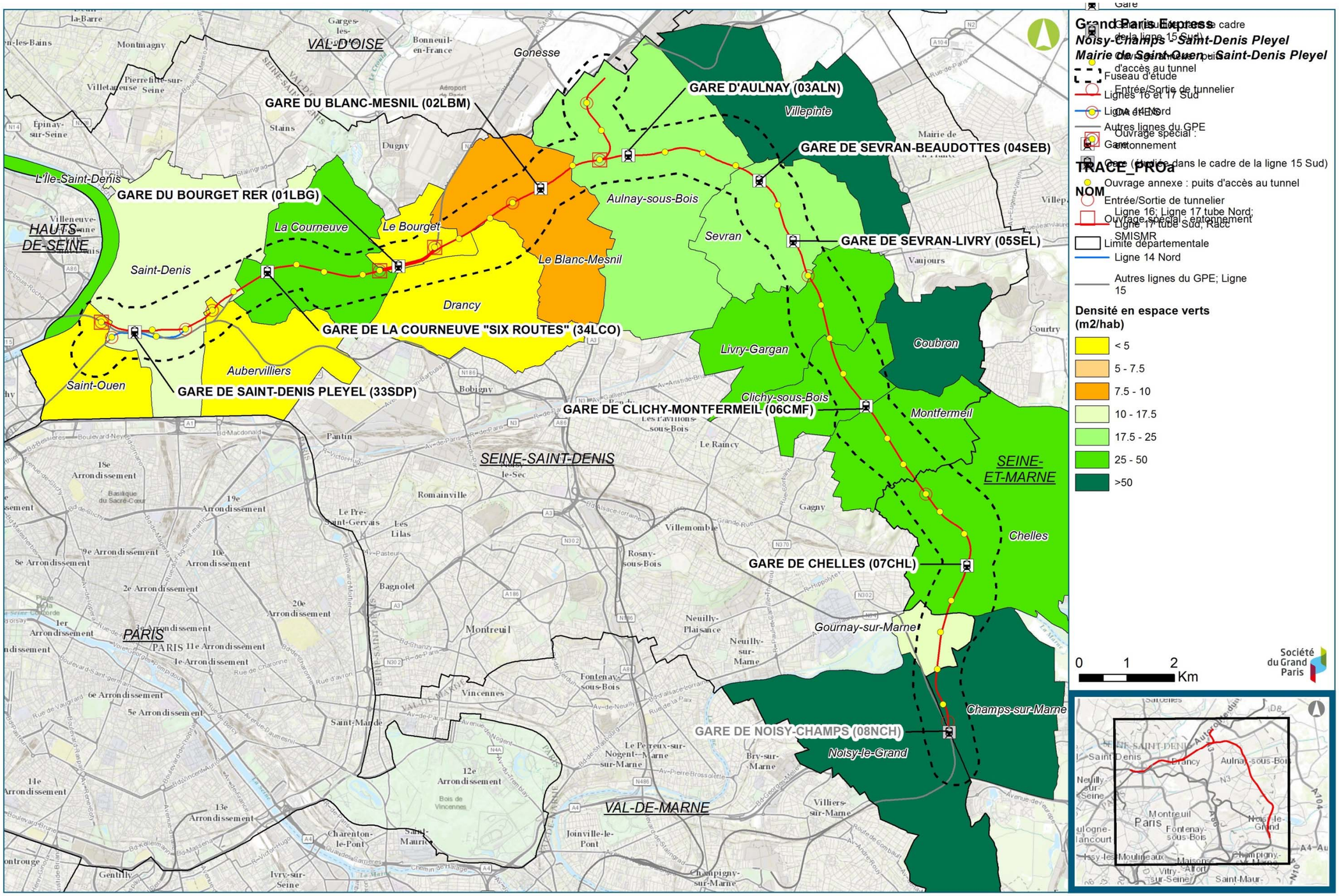
Certaines grandes entités du fuseau d'étude ont été soumises à des études de fréquentation dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous. L'essentiel des informations proviennent de l'étude d'incidence de la ZPS[6] « Sites de Seine-Saint-Denis ».

Entités (semi)naturelles	Superficie totale de l'entité (ha)	Indicateurs de fréquentation		Accessibilité avant le projet de métro du Grand Paris Express
		Fréquentation (Nb de visiteurs/an)	Pression de fréquentation moyenne (Nb de visiteurs/ha/jour)	
Parc départemental du Sausset	187	912 000	14	Bonne
Parc forestier de la Poudrerie et Bois de la Tussion	144 (119 ouverts au public)	1 000 000	23	Bonne
Forêt régionale de Bondy	230	< 1 000 000	12	Mal desservie

Indicateurs de fréquentation et accessibilités des grandes entités naturels et semi-naturels du fuseau d'étude (Biotope, 2014)

La carte page suivante présente la densité en espaces verts des communes traversées par le fuseau.

[6] *Les informations extraites de l'étude d'incidence de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » sont elles-mêmes extraites d'études commanditées par le Conseil Général de Seine-Saint-Denis, de consultations et du site internet de l'AEV Ile-de-France.*



Densité en espace vert des communes concernées par le fuseau d'étude (Egis, Biotope, 2015)

Les parcs urbains et milieux boisés dispensent des aménités aux citoyens en améliorant leur cadre de vie et en procurant des lieux de détente, de promenade, de pratiques sportives, etc. Les chiffres de fréquentation présentés dans le tableau ci-dessus témoignent de l'importance de ces milieux pour la population locale. Pourtant, les parcs urbains et milieux boisés du fuseau d'étude ne sont pas toujours bien desservis par les transports en commun existants. Une amélioration de l'accessibilité des milieux par l'implantation des gares du Grand Paris Express pourraient favoriser ces services. C'est notamment le cas de la **forêt régionale de Bondy**. En effet, celle-ci est actuellement mal desservie par les transports en commun. Elle est principalement fréquentée par des habitants du voisinage (moins de 5 km) venant surtout à pied (31 %), et de plus en plus en véhicule individuel (65 %). Seuls 2 % des visiteurs utilisent les transports en commun pour y accéder (ONF, 1992). **La création de la gare de Clichy-Montfermeil améliorera l'accessibilité de cette forêt**.

Néanmoins, l'amélioration de son accessibilité ne se traduira pas nécessairement pas une augmentation de sa fréquentation car, du fait de la faible superficie de la forêt de Bondy et de sa forte fréquentation, elle est soumise à la concurrence de forêts plus éloignées mais beaucoup plus grandes (Montmorency, Ferrières, Notre Dame, Sénart, voire Fontainebleau).

A contrario, l'éloignement des gares de Chelles et de Noisy-Champs vis-à-vis du parc de la Haute Ile est trop important pour que cela puisse améliorer l'accessibilité de ce parc. Le parc du Sausset est, quant à lui, d'ores et déjà facilement accessible en son centre par la gare du RER B « Villepinte » ainsi que par les gares de « Sevran-Beaudottes » et de « Villepinte Parc des expositions ». La fréquentation de ce site ne devait donc par évoluer avec la construction du métro. Enfin, la future gare de « Sevran-Livry » étant en correspondance avec la gare du RER B existante, l'accessibilité du parc forestier de la Poudrerie ne devrait pas être modifiée par rapport à la situation actuelle.

Approche par l'étude de la densité d'espaces verts communale

Les services socioculturels fournis par les parcs urbains peuvent être évalués à travers l'estimation de la densité d'espaces verts communale par habitant avant, durant la phase de construction du métro et en phase d'exploitation. Les résultats concernant le tracé de référence sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Communes	Densité d'espaces verts par habitant et variation de densité d'espaces verts par habitant			Gare Grand Paris Express
	Surface Actuelle (m²/hab)	Variation en phase chantier (%)	Variation en phase d'exploitation (%)	
Aubervilliers	**3,4**	**-**	**-**	**-**
Aulnay-sous-Bois	**21,3**	< 5 %	< 1 %	Aulnay
Champs-sur-Marne	**132,9**	-	-	-
Chelles	**33,5**	< 5 %	< 1 %	Chelles
Clichy-sous-Bois	**49,7**	< 5 %	< 1 %	Clichy-Montfermeil
Coubron	**398,8**	-	-	-
Drancy	**4,4**	-	-	Le Bourget RER
Gournay-sur-Marne	**17,0**	< 5 %	< 1 %	-
La Courneuve	**45,5**	-	-	La Courneuve « Six routes »
L'Ile-Saint-Denis	**34,1**	-	-	
Le Blanc-Mesnil	**9,2**	< 5 %	-	Le Blanc Mesnil
Le Bourget	**3,5**	-	-	Le Bourget RER
Livry-Gargan	**25,4**	< 5 %	< 1 %	
Montfermeil	**29,3**	< 5 %	-	Clichy-Montfermeil
Noisy-le-Grand*	**55,0**	-	-	Noisy-Champs
Saint-Denis	**11,0**	< 5 %	< 1 %	Saint-Denis-Pleyel
Saint-Ouen	**2,7**	-	-	Mairie de Saint-Ouen
Sevran	**24,7**	< 5 %	-	Sevran-Livry, Sevran-Beaudottes
Villepinte	**75,3**	-	-	

Les communes déficitaires en espaces verts avant-projet sont surlignées en orange.
** Les résultats présentés dans ce tableau ne tiennent pas compte des emprises temporaires et permanentes liées à la gare de Noisy-Champ puisque cette gare a été traitée dans l'étude d'impact de la Ligne 15 Sud.*

Densité d'espaces verts par commune et par habitant intersectés par le projet, en situation actuelle et avec projet (Biotope, 2014)

Les communes du fuseau d'étude sont globalement bien pourvues en espaces verts. Toutefois cinq d'entre elles, Aubervilliers, Drancy, Le Blanc-Mesnil, Le Bourget et Saint-Ouen sont déficitaires en espaces verts (densité inférieure à 10 m²/hab). Dix communes ont une densité d'espaces verts supérieure à 25 m²/hab. De telles densités s'expliquent par une localisation des communes relativement éloignées de Paris ainsi que par la présence de nombreux espaces verts de très grandes superficies (parc départemental du Sausset, forêt régionale de Bondy, parc départemental de la Haute Ile, etc.).

En **phase chantier** et selon le tracé de référence, aucune diminution significative de la densité d'espaces verts n'est observée sur l'ensemble du projet (la diminution de la densité d'espaces verts est toujours nettement inférieure à 5 %). **L'impact de l'emprise chantier du projet sur les espaces verts est donc négligeable.**

En **phase d'exploitation**, aucune diminution significative de la densité d'espaces verts n'est observée sur l'ensemble du projet sous réserve du réaménagement des zones dégradées durant la phase chantier. **L'impact de l'emprise permanente du projet sur les espaces verts devrait donc être négligeable.**

10.2.3. Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant les services écosystémiques

Sur l'ensemble du fuseau d'étude, les milieux naturels représentent environ 7 % de la superficie totale du fuseau d'étude, le reste étant occupé par des zones urbanisées.

La nature en milieu urbain joue de multiples rôles. Refuges pour un grand nombre d'espèces, ces écosystèmes constituent des espaces relais, du point de vue de la fonctionnalité des trames vertes et bleues. Ils contribuent par ailleurs à l'abaissement de la température, de l'évapotranspiration, atténue les îlots de chaleur urbains, permettent des économies d'énergie, la séquestration du carbone, la dépollution de l'air et la réduction des niveaux sonores. Enfin, ces espaces participent à un ensemble d'aménités et de services socioculturels (la détente, la découverte de la nature, les activités ludiques et sportives...) témoignant de la richesse de leurs valeurs sociales et favorisant convivialité et mixité sociale. Les multiples enquêtes de satisfaction et d'attentes en matière de nature en ville et de sensibilité à l'égard du vivant témoignent d'ailleurs très clairement de ce désir de nature en ville.

Les résultats présentés ici soulignent un **impact faible du projet** sur les milieux recensés au sein du fuseau d'étude et donc **sur les services écosystémiques**.

Les services d'approvisionnement (production agricole et cueillette terrestre dans les jardins familiaux) ne seront pas affectés. Concernant les services de régulation (régulation du climat global), seuls des effets marginaux sont à noter. De plus, il est à noter que les zones humides recensées dans les emprises des ouvrages sont aujourd'hui à fonctionnalité dégradée, et les mesures prévues visent une amélioration de la fonctionnalité des zones humides impactées (cf ci-après le chapitre 12).

Parmi les milieux naturels recensés dans le cadre de cette étude, les parcs urbains dominent et sont de fait les plus impactés par le projet en phases travaux et exploitation. Cependant, l'étude réalisée ici indique des niveaux d'impact relativement faibles et temporaires sur ces milieux.

Les impacts du projet sur les services écosystémiques sont donc faibles. En outre, la construction du métro devrait améliorer l'accessibilité de certains parcs favorisant ainsi l'ensemble des services socio-culturels. Par ailleurs, le projet de métro du Grand Paris Express devrait tendre à une diminution de l'étalement urbain réduisant ainsi les risques de voir disparaître des milieux naturels, à la faveur de l'expression des services écosystémiques rendus sur le territoire francilien.

L'ensemble des mesures de réduction proposées dans le cadre du volet « Milieux naturels » et « Paysage » sont compatibles avec les enjeux identifiés au travers de l'étude des services écosystémiques, notamment :

- Limiter les rabattements de nappe pour qu'ils n'aient aucune incidence sur les milieux humides et aquatiques ;
- Limiter l'emprise du chantier ;
- Limiter les perturbations sonores ;
- Mettre en place un plan de lutte contre les pollutions accidentelles ;
- Conserver des lisières boisées homogènes ;
- Intégrer les ouvrages dans le paysage ;
- Assurer le reboisement des milieux défrichés lors des travaux.

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Ensemble du projet	Services socio-culturels et de régulation assurés par les milieux naturels du fuseau d'études	Faible : réduction temporaire et limitée, principalement des services socio-culturels assurés par les parcs urbains	Mesures de réduction proposées dans le cadre de la réduction des impacts sur le milieu naturel et le paysage : – Limiter les rabattements de nappe pour qu'ils n'aient aucune incidence sur les milieux humides et aquatiques ; – Limiter l'emprise du chantier ; – Limiter les perturbations sonores ; – Mettre en place un plan de lutte contre les pollutions accidentelles ; – Conserver des lisières boisées homogènes ; – Intégrer les ouvrages dans le paysage ; Assurer le reboisement des milieux défrichés lors des travaux.	Négligeable	Sans objet

11. Boisements au sens du code forestier

11.1. Rappel des enjeux relatifs aux boisements

Les impacts du projet sur les habitats boisés, au sens des habitats Corine Biotope, ainsi que les mesures proposées sont traités dans le chapitre 9 du présent volet E3, relatif aux milieux naturels, la faune et la flore. Le présent chapitre est consacré aux impacts et mesures relatifs aux boisements au sens du code forestier.

Le présent dossier de demande d'autorisation unique porte également sur une demande d'autorisation de défrichement au titre de code forestier, la demande d'autorisation étant constituée par le volet H.

11.1.1. À l'échelle du fuseau d'étude

Les boisements représentent plus de 4,6% de l'occupation du fuseau d'étude. En prenant en compte les parcs urbains, où les boisements sont bien représentés, on atteint environ 15% de la surface du fuseau d'étude. Les boisements sont donc relativement présents dans ce contexte fortement urbanisé.

Les principaux boisements du fuseau d'étude sont présents dans la forêt de Bondy, le boisement de la traversée du canal de l'Ourcq, le boisement du parc départemental du Sausset et les boisements du parc Georges Valbon. La majorité de ces boisements sont des chênaies-charmaies. Le massif de l'Aulnoye abrite également une chênaie acidiphile.

De façon générale, les enjeux les plus forts sont liés au contexte écologique et social des entités forestières, et ce sont les grands parcs et forêts du fuseau d'étude, notamment la forêt de Bondy et le parc Georges Valbon, qui concentrent les enjeux principaux, en termes d'enjeux écologiques (sites Natura 2000, présence d'espèces protégées) et sociaux (forte fréquentation).

Le tableau suivant fait la synthèse des enjeux écologiques, sociaux et économiques de ces grandes entités forestières recensées à l'échelle du fuseau d'étude.

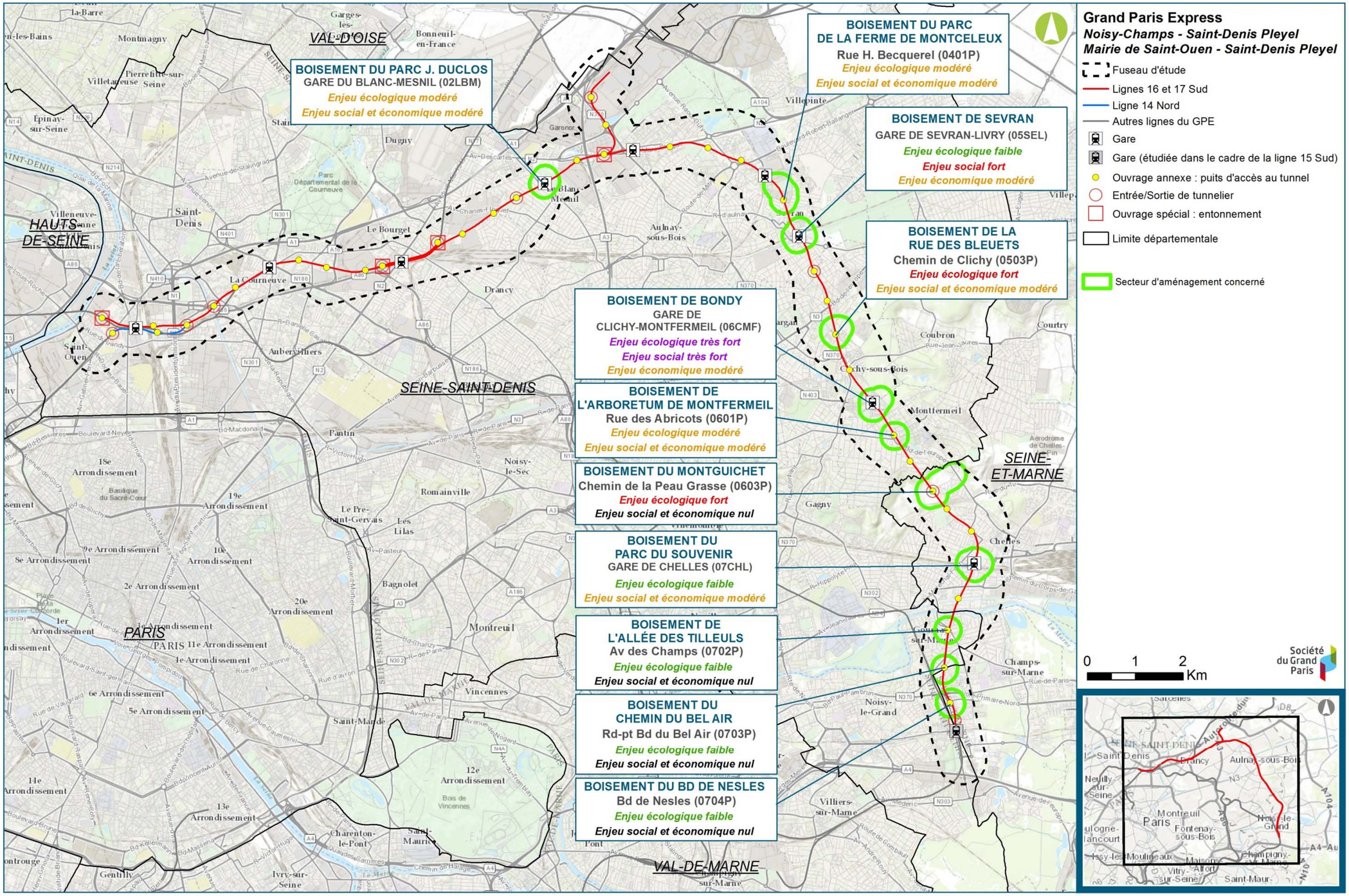
Enjeu	Boisement	Niveau d'enjeu
Enjeu écologique	Boisement de la forêt de Bondy	Très fort (Natura 2000)
	Boisement de la traversée du canal de l'Ourcq	Modéré (Enveloppe d'alerte de zones humides)
	Boisement du parc départemental du Sausset	Très fort (Natura 2000)
	Boisement du parc Georges Valbon	Très fort (Natura 2000)
Enjeu social	Boisement de la forêt de Bondy	Très fort (fréquentation > 5000 pers/jr)
	Boisement de la traversée du canal de l'Ourcq	Fort (fréquentation comprise entre 1000 et 5000 pers/jr)
	Boisement du parc départemental du Sausset	Fort (fréquentation comprise entre 1000 et 5000 pers/jr)
	Boisement du parc Georges Valbon	Très fort (fréquentation > 5000 pers/jr)
Enjeu économique	Boisement de la forêt de Bondy	Modéré (site d'activités marchandes de sports, loisirs, tourisme)
	Boisement de la traversée du canal de l'Ourcq	Enjeu nul : aucune activité économique
	Boisement du parc départemental du Sausset	Modéré (site d'activités marchandes de sports, loisirs, tourisme)
	Boisement du parc Georges Valbon	Modéré (site d'activités marchandes de sports, loisirs, tourisme)

Synthèse des enjeux des boisements forestiers à l'échelle du fuseau d'étude

11.1.2. À l'échelle des secteurs d'aménagement des ouvrages

Pour rappel, 18 boisements au sens du code forestier ont été recensés dans les secteurs d'aménagement des ouvrages.

La carte page suivante rappelle la synthèse multicritères des enjeux liés aux boisements forestiers recensés dans les secteurs d'aménagement des ouvrages.



Synthèse des enjeux liés aux boisements forestiers à l'échelle des secteurs d'aménagement des ouvrages (Egis, 2016)

11.2. Impacts et mesures relatifs aux boisements à l'échelle du fuseau d'étude

Aucun des boisements recensés à l'échelle du fuseau d'étude n'est concerné directement par les emprises travaux du projet. Les effets indirects sur les habitats naturels de type boisement sont traités dans le chapitre 9 du présent volet E3, relatif aux milieux naturels, la faune et la flore.

11.3. Impacts et mesures relatifs aux boisements concernés par les secteurs d'aménagement

11.3.1. Évaluation des niveaux d'impact

La quantification de l'impact potentiel du projet (et plus spécifiquement des opérations de défrichement induites par le projet) est basée sur le croisement entre le type d'impact (direct, indirect, temporaire, permanent) et le niveau d'enjeu initial du boisement considéré.

Pour rappel, la définition des enjeux relatifs à chaque boisement est basée sur trois types d'enjeux, eux-mêmes définis par différents critères :

- Les enjeux relatifs à la biodiversité du site : présence d'espèces protégées, zonages d'inventaires, zones protégées, secteur à sensibilité particulière… ;
- Les enjeux sociaux : espace fermé au public ou bien ouvert voire aménagé, intérêt paysager, site inscrit ou classé… ;
- Les enjeux économiques : présence d'activités sylvicoles et/ou agricoles et/ou de loisirs et/ou de tourisme….

La grille d'évaluation des enjeux associés aux boisements des sites objet de la demande d'autorisation de défrichement est rappelée ci-après.

Impact négligeable	Impact direct ou indirect, temporaire ou permanent, sur un boisement à enjeu négligeable
Impact faible	Impact direct ou indirect permanent sur un boisement à enjeu faible Impact indirect temporaire sur un boisement à enjeu modéré
Impact modéré	Impact direct permanent sur un boisement à enjeu modéré Impact indirect temporaire sur un boisement à enjeu fort
Impact fort	Impact direct ou indirect, permanent sur un boisement à enjeu fort et très fort (enjeux forts et très forts en termes de biodiversité, social et économique)

Critères de hiérarchisation des niveaux d'impact

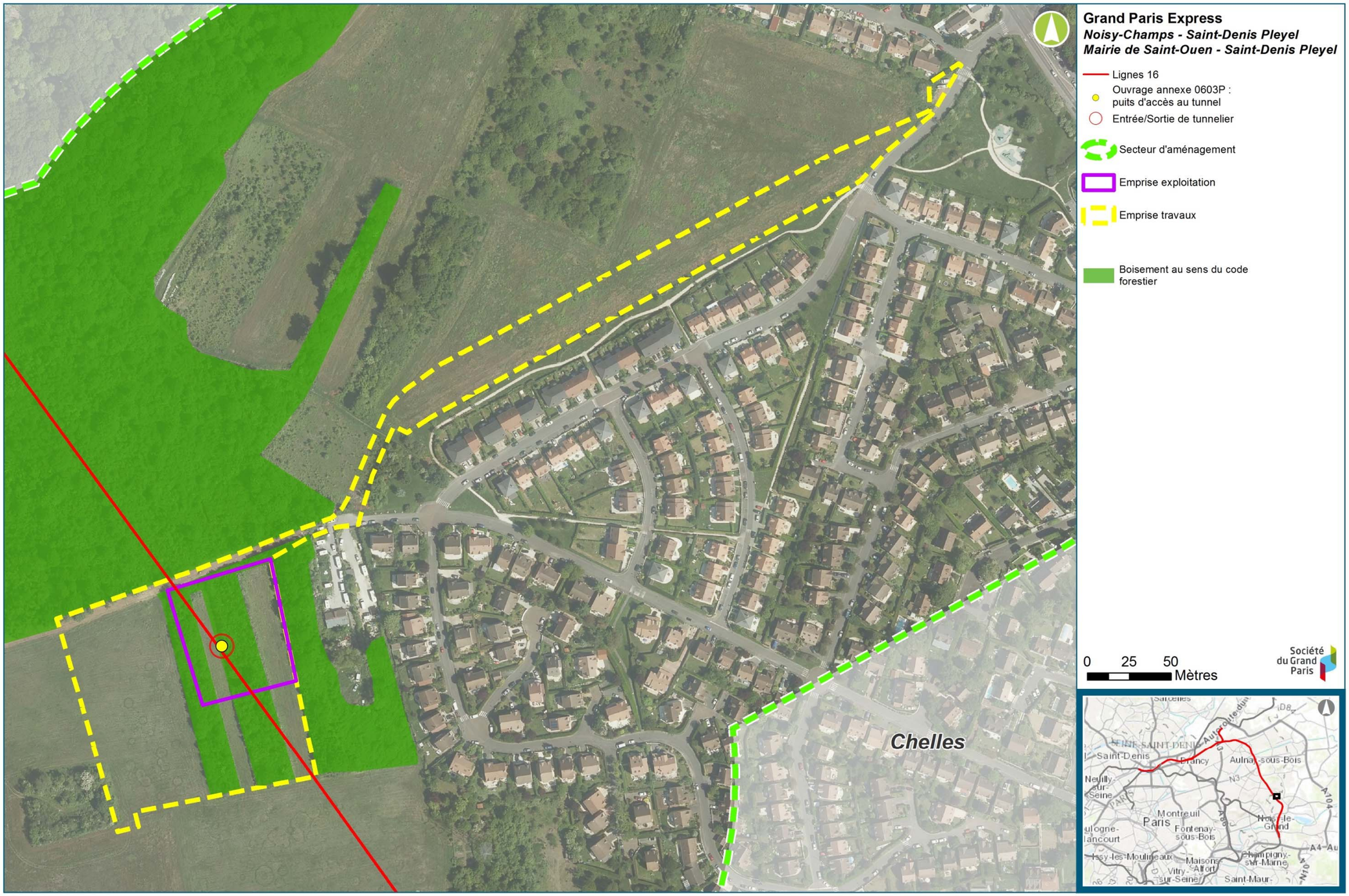
Niveau d'enjeu **Critère de hiérarchi-sation**	**Enjeu nul**	**Enjeu faible**	**Enjeu modéré**	**Enjeu fort**	**Enjeu très fort**
Biodiversité	Aucun critère	Présence ponctuelle d'espèces protégées à enjeu faible	Présence d'espèces protégées à enjeu modéré ZNIEFF type 2 ; Enveloppe d'alerte de zone humide	Espèces protégées à enjeu fort ZNIEFF type 1 ; Zone humide avérée ; Réservoir de biodiversité ; Terrain acquis avec la TDENS	Réserve naturelle ; Arrêté préfectoral de protection de biotope ; Site Natura 2000 ; Forêt de protection
Social	Espace fermé au public ; Pas de valeur paysagère	Site ouvert, non aménagé, et sans fréquentation publique significative ; Intérêt paysager de niveau local	Site ouvert au public et aménagé avec fréquentation < 1000 personnes/jour ; Intérêt paysager de niveau communal ; Site en zone de préemption ENS ; Site en périmètre de protection de monument historique ou ZPPAUP / AVAP	Site ouvert au public et aménagé avec fréquentation > 1000, mais < 5000 personnes/jour ; Site inscrit ; Terrain acquis avec la TDENS	Site ouvert au public et aménagé avec fréquentation > 5000 personnes/jour ; Site classé
Économie	Aucun critère		Site d'activités marchandes de sports, loisirs, tourisme	Site de production forestière	

Critères d'évaluation des enjeux relatifs aux boisements

Parmi les boisements recensés dans les secteurs d'aménagement des ouvrages, seuls le boisement du Montguichet, dans le secteur d'aménagement de l'ouvrage 0603P à Chelles est concerné directement par le projet**. En effet, l'emprise travaux de l'ouvrage concerne deux bandes d'extension dégradée du bois de Montguichet, pour une surface d'emprise sur le boisement de 0,546 ha.** Cet ouvrage est concerné par la demande de défrichement. La procédure est présentée au volet H.

Les autres boisements recensés au sein des aires d'études des émergences sont tous situés en dehors des emprises ou ne présentent pas les caractéristiques de boisement au sens du code forestier. De ce fait, ils ne sont pas concernés par la procédure d'autorisation de défrichement.

La carte page suivante présente les emprises en phase travaux et exploitation sur ces bandes boisées.



Emprise des travaux et emprise d'exploitation de l'ouvrage annexe 0603P chemin de la peau grasse à Chelles sur le boisement forestier du Montguichet (Egis, 2016)

Pour rappel, les bandes boisées (bosquets) au sud du Montguichet sont des taillis boisés, ayant fait l'objet de coupes antérieures, avec préservation d'arbres adultes. Ces boisements constituent une repousse spontanée du boisement adjacent : le bois du Montguichet d'une surface totale de 71,4 ha.

Les arbres sont denses et relativement jeunes (entre 10 et 25 ans) et les sujets les plus mâtures atteignent plus de 50 ans.

Ces deux entités forment une continuité boisée avec les peuplements du Montguichet, au nord du chemin de la peau grasse. À ce titre, ils forment un seul boisement au sens du code forestier. À noter néanmoins un état de conservation dégradé pour les bandes boisées concernées par l'emprise travaux.

Type d'enjeu	Description	Niveau d'enjeu
Enjeu écologique	Ces taillis constituent l'extrémité sud du boisement de Montguichet. Ce massif boisé est identifié comme réservoir de biodiversité et comme secteur d'intérêt reconnu au SRCE d'Ile-de-France et est connecté à la Plaine de Sempin et au Fort de Chelles. À ce titre le boisement du Montguichet constitue un corridor boisé d'intérêt pour le déplacement des espèces. Les lisières et les coteaux thermophiles des trois bosquets abritent une biodiversité diversifiée favorable aux reptiles et aux insectes. Les prairies situées aux alentours sont également favorables au Thécla de l'Orme ou le Flambé, insectes rares ou assez rares en Ile-de-France et protégés, ou encore l'Orvet fragile ou le Lézard des murailles. Les entités boisées constituent également des habitats pour le cortège des oiseaux des milieux boisés et des milieux semi-ouverts ainsi que pour les mammifères protégés, comme la Pipistrelle commune ou l'Écureuil roux ou encore les amphibiens (Crapaud commun). À noter qu'aucun gîte à chiroptère n'a été identifié sur la zone d'emprise à défricher. Toutefois, les espèces contactées au sein des bosquets concernés par le défrichement, bien que protégées restent peu patrimoniales et bénéficient de la présence de nombreux habitats à proximité immédiate, en bien meilleur état de conservation.	**Enjeu modéré**
Enjeu social	Les trois bosquets sont des taillis denses, dont l'état de conservation est dégradé. Des encombrants et dépôts de matériaux divers sont notamment entreposés en lisière. En outre, aucun aménagement n'est réalisé. Ils n'ont pas vocation à accueillir du public. Leur fréquentation est donc réservée aux seuls riverains.	**Absence d'enjeu**
Enjeu économique	Le boisement ne fait pas l'objet d'activités de production sylvicole ou économiques en relation avec des activités de tourisme ou de loisirs.	**Absence d'enjeu**

L'enjeu initial global de ce boisement est modéré.

11.3.2. Impacts sur le milieu physique et mesures associées

11.3.2.1. Climat

Considérant la faible surface de boisements concernée par les opérations de défrichement, le taux d'humidité dans l'air ne sera pas modifié suite à une diminution du phénomène d'évapotranspiration du boisement.

Aucune mesure n'est à mettre en œuvre.

L'impact résiduel sur le climat (impact indirect, permanent et à court terme) est donc considéré comme nul.

11.3.2.2. Topographie

Les opérations de défrichement ne sont pas de nature à modifier la topographie du terrain naturel.

Aucune mesure n'est à mettre en œuvre.

L'impact résiduel sur la topographie (impact direct, permanent et à court terme) est donc considéré comme nul.

11.3.2.3. Sols

Les opérations de défrichement nécessiteront l'utilisation d'engins sylvicoles, qui pourraient être à l'origine d'une perturbation de la structure des sols, notamment par tassement. Toutefois, le défrichement porte sur une zone boisée qui ne fait l'objet d'aucune exploitation forestière. En conséquence, le défrichement et la réutilisation des sols par les emprises du projet ne génèrent pas de perte de sols à valeur forestière.

Aucune mesure n'est à mettre en œuvre.

L'impact résiduel du défrichement par dégradation de la structure des sols (impact direct, permanent et à court terme) est donc considéré comme nul.

11.3.2.4. Eaux superficielles et souterraines

Impact

En ce qui concerne les eaux superficielles, la mise à nu des sols liée aux travaux de défrichement augmentera la vitesse et le volume des eaux de ruissellement. En ce qui concerne la concentration en Matières En Suspension (MES), celle-ci est liée à la pente d'un terrain. En raison de la topographie des terrains concernés, la concentration en MES sera modérée.

Ce n'est pas tant l'opération de défrichement que les moyens utilisés (circulation des engins notamment) pour réaliser ce défrichement qui sont susceptibles de générer un risque de pollution accidentelle (fuites d'hydrocarbures ou d'huiles, rejet de matières en suspension, etc.). Cette pollution accidentelle provenant du matériel utilisé peut également être à l'origine d'un impact sur les eaux souterraines.

Mesures de réduction

Afin de réduire au maximum les risques de pollutions accidentelles, l'entretien, la réparation et le ravitaillement des engins de chantier se feront exclusivement sur des zones réservées à cet effet et disposant de systèmes de récupération des eaux souillées pour être évacuées et traitées.

En cas de pollution accidentelle au moment des travaux sur le chantier lui-même, les mesures seront immédiatement prises pour confiner cette pollution : (1) prélèvement et isolement des terres souillées et (2) récupération des eaux de ruissellement dirigées vers des bacs de rétention spécifiques, ou dans l'ouvrage de traitement de la pollution chronique si celui-ci est atteint.

Compte tenu des faibles superficies à défricher, du nombre réduit d'engins sylvicoles nécessaires, des courtes périodes d'intervention et des mesures mises en œuvre, **l'impact résiduel du défrichement sur les eaux superficielles et souterraines (impact direct, temporaire et à court terme) est considéré comme négligeable.**

11.3.2.5. Impact sur les risques majeurs naturels (mouvement de terrain, incendies, état phytosanitaire des végétaux) et mesures associées

Risque d'érosion (mouvement de terrain)

- **Impact**

Le système racinaire des arbres maintient le sol en place. La mise à nu du sol sera à l'origine d'une augmentation de la vitesse des eaux de ruissellement. Les risques d'érosion du sol seront donc accrus par les travaux de défrichement. Toutefois, les superficies concernées et la morphologie des terrains les rendent naturellement peu sensibles à ce phénomène d'érosion.

Ces risques d'érosion restent par ailleurs temporaires au niveau de la future emprise de l'ouvrage puisque les opérations de terrassement succèderont à celles du défrichement et participeront à compacter le substrat.

- **Mesures de réduction**

Afin de réduire au maximum les impacts liés à la mise à nu des sols, les secteurs non concernés par de futures emprises projet seront, dans le cadre des mesures relatives aux milieux naturels, remis en état avec reconstitution des milieux naturels, et donc végétalisées ce qui annihilera les risques d'érosion.

L'impact résiduel du défrichement sur l'érosion des sols (impact direct, temporaire et à court terme) est donc considéré comme négligeable sur le boisement du Montguichet.

Risque d'incendie

Les travaux de défrichement, en tant qu'intervention humaine et mécanisée, sont susceptibles d'augmenter le risque d'incendie. Toutefois, les opérations de défrichement seront réalisées sur de courtes périodes en raison des faibles surfaces concernées par ces travaux. Par ailleurs, les données météorologiques, issues de la station Météo-France de Roissy montrent que, sur cette station, les vents sont relativement faibles.

L'impact du défrichement sur les risques incendie (impact direct, temporaire et à court terme) est considéré comme négligeable, aucune mesure n'est à mettre en œuvre.

État phytosanitaire des végétaux

- **Impact**

Les poussières émises seront limitées aux périodes de défrichement. Les particules émises sont susceptibles d'obstruer les stomates des végétaux alentours. Toutefois, en raison des faibles superficies à défricher, la quantité de particules émise devrait être limitée et éliminée lors des premières pluies importantes consécutives aux travaux de défrichement.

- **Mesures**

Dans la mesure du possible, le bois ne sera pas broyé sur place de manière à limiter au maximum les émissions de poussières.

Par ailleurs, les précautions seront prises afin que le passage des véhicules écrase le moins possible les racines et évite de donner des chocs aux arbres appelés à être conservés en limite des zones de défrichement.

Afin de réduire au maximum cet impact, un balisage des arbres voués à être défrichés sera réalisé en amont du démarrage des travaux de défrichement.

L'impact résiduel du défrichement sur l'état phytosanitaire des végétaux (impact indirect, temporaire et à court terme) est considéré comme faible.

11.3.3. Impacts sur le milieu naturel et mesures associées

> *Les impacts et mesures liées au milieu naturel (habitats, faune, flore, continuités écologiques) sont présentés dans détail dans le chapitre 9 du présent volet E3.*

11.3.3.1. Impacts sur les zonages du patrimoine naturel et mesures associées

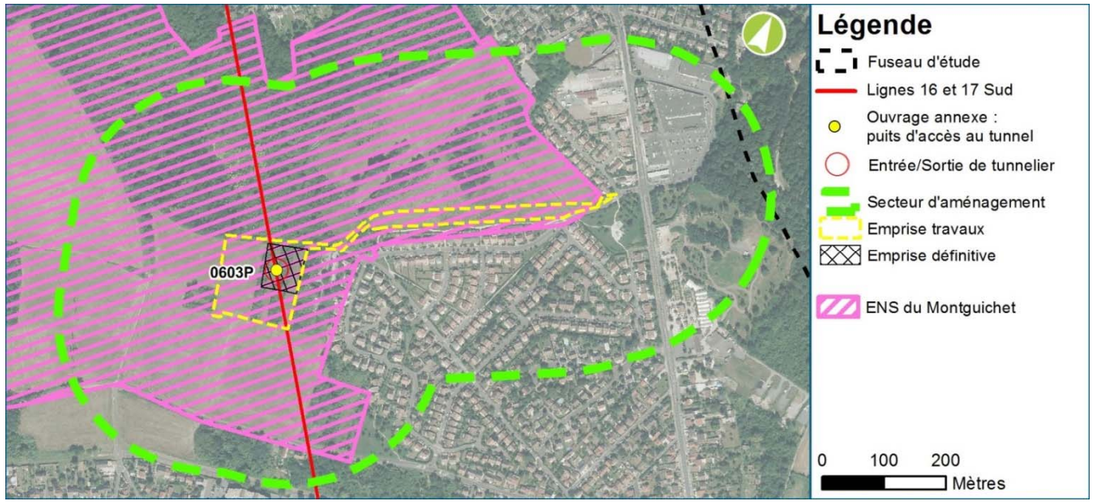
Les emprises travaux nécessaires à la réalisation de l'ouvrage 0603P sont localisées :

- En bordure de la ZNIEFF 1 « Côte de Beauzet et Carrière Saint-Pierre » ;
- Au sein de l'Espace Naturel Sensible du Montguichet. Ce site comprend l'ensemble des massifs boisés de Montguichet ainsi que les espaces agricoles et prairiaux situés sur les coteaux et couvre un très vaste territoire.

Concernant la ZNIEFF 1 « 77108001 : Côte de Beauzet et Carrière Saint-Pierre », aucun effet d'emprise n'est attendu, mais des précautions particulières seront apportées en phase chantier afin d'éviter toute atteinte directe à la ZNIEFF. Il s'agit :

- De mesures de délimitation fine des emprises et de balisage des emprises du chantier (cf. chapitre 9 du présent volet E3) ;
- De mesures d'évitement et de réduction des impacts directs et indirects sur la faune (cf. chapitre 9 du présent volet E3).

Concernant l'Espace Naturel Sensible du Montguichet, une emprise de 2,6 ha de l'ENS est concernée par les emprises travaux. Les milieux concernés sont des grandes cultures, des prairies, des friches, des fourrés et des taillis boisés.



Secteur d'aménagement de l'OA 0603P à Chelles et Espace Naturel Sensible du Montguichet (Egis, 2016)

Des précautions particulières seront apportées en phase chantier afin de restreindre les interventions à la zone de travaux et de réduire les impacts sur les milieux. Il s'agit :

- De mesures de suivi écologique de chantier et de management environnemental, comprenant la délimitation fine des emprises et de balisage des emprises du chantier. Cette mesure est développée dans le chapitre relatif aux impacts sur la faune ci-après ;
- Des mesures visant à préserver la flore et les habitats naturels ;
  - En limitant les emprises et le déboisement au strict nécessaire,
  - En limitant le risque d'envol de poussières,
  - En mettant en place des mesures de gestion visant à éradiquer les Espèces Exotiques Envahissantes,
- Des mesures de réduction des impacts directs et indirects sur la faune, développées ci-après dans le chapitre relatif aux impacts sur la faune ci-après. Outre le suivi écologique, les principales mesures concernent :
  - L'adaptation, tant que possible, du calendrier des travaux pour le déboisement et l'intervention d'écologue spécialiste avant abattage d'arbres à cavité (en dehors des périodes de sensibilité pour la faune, notamment les oiseaux, amphibiens, reptiles et les insectes),
  - La mise en place de dispositifs visant à protéger la faune (clôtures petite faune y compris pour les amphibiens, rendre la zone de travaux peu attractive)
  - La limitation des nuisances sonores et émissions lumineuses (gestion de l'éclairage) visant à diminuer le dérangement de la faune.

La faisabilité de la mesure d'adaptation du calendrier des travaux pour le déboisement est en cours de consolidation. En effet, pour des raisons de planification des travaux, les opérations de défrichement devront être réalisées dès l'obtention de l'autorisation unique, valant autorisation de défrichement, soit courant de l'été 2017. L'ouvrage concerné par la demande d'autorisation de défrichement est un puits de départ de tunnelier, dont le démarrage de façon anticipée, dès le dégagement des emprises réalisé, permet de garantir la mise en service de la ligne à fin 2023. Néanmoins, une optimisation du planning des travaux sur cet ouvrage est en cours, afin de permettre à la Société du Grand Paris d'effectuer les travaux de défrichement préférentiellement dans la période la moins impactante pour le milieu naturel.

En fin de travaux, les milieux seront remis en état.

Par ailleurs, une réflexion est en cours avec l'Agence des Espaces Verts en charge de la gestion de cet ENS afin de mettre en cohérence les enjeux écologiques identifiés au droit de ce secteur et les orientations environnementales, sociales et agricoles actuellement en cours de définition.

11.3.3.2. Impacts sur les habitats naturels et la flore et mesures associées

Consommation d'habitats naturels, risque de dégradation d'habitats naturels

Il s'agit de la destruction d'habitats naturels et d'espèces végétales ordinaires présentes au sein des emprises des travaux.

Le tableau suivant présente les surfaces d'habitats naturels concernées par les emprises travaux.

Habitats concernés par les emprises travaux (code Corine Biotope) / niveau d'enjeu	Surface concernée par les emprises travaux (ha)
Chênaie – charmaie (41.2)	0,09
Fourrés médio-européens sur sol fertile (31.81)	0,03
Grande culture (82.11)	0,75
Petit bois, bosquet (83.321 ; 84.3)	0,57
Prairie à fourrage des plaines (38.2)	0,81
Terrain en friche (87.1)	0,33

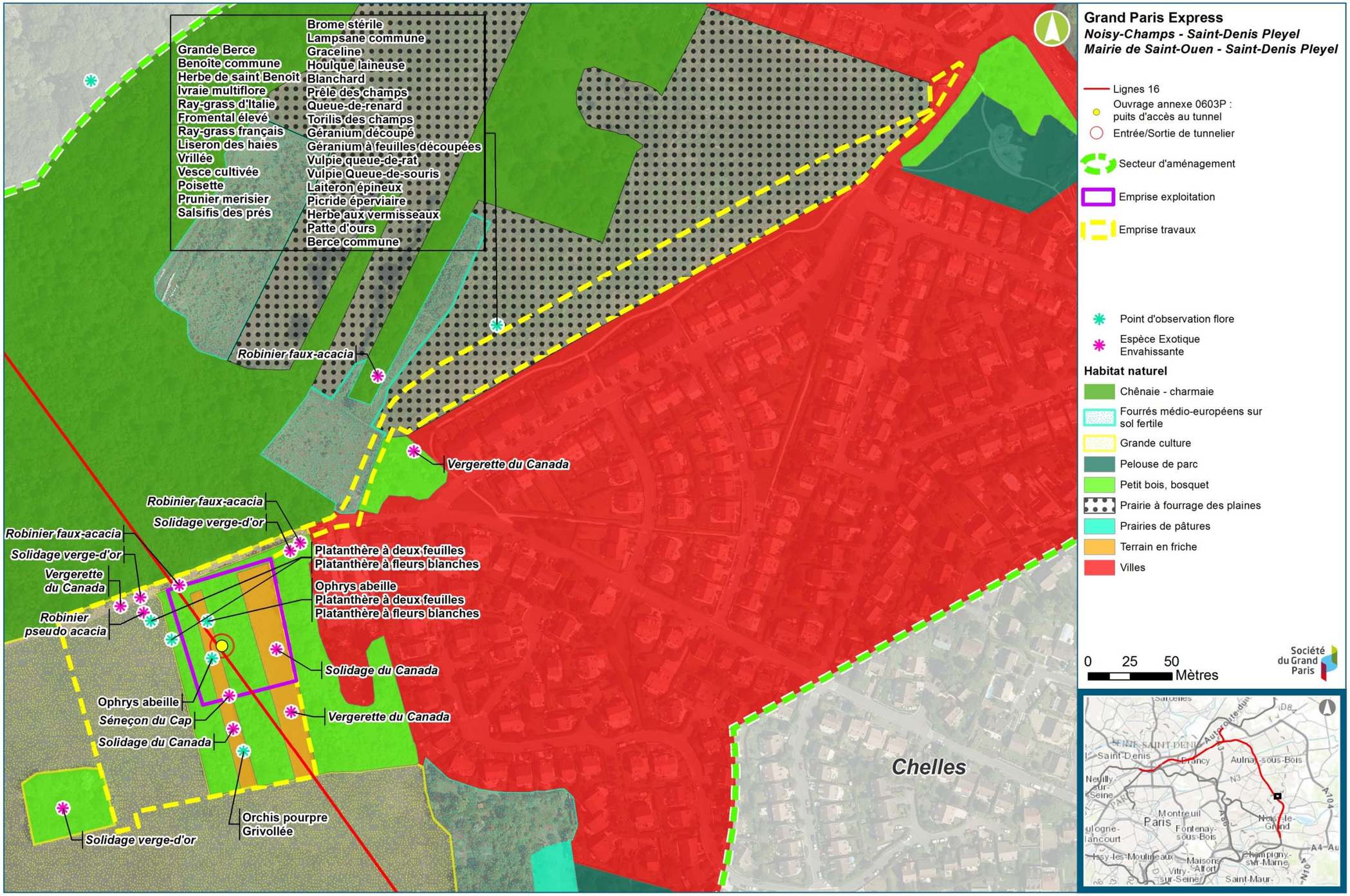
Surfaces d'habitats naturels directement concernées par la réalisation du projet

Évaluation des enjeux	Enjeu nul	Enjeu faible	Enjeu modéré	Enjeu fort

Les emprises travaux de l'ouvrage annexe 0603P à Chelles entrainent une emprise de 2,6 ha sur des habitats naturels. Aucun de ces habitats n'est protégé ou patrimonial, et ne représentent pas un enjeu particulier pour les populations végétales ou animales.

Le niveau d'impact brut est modéré pour les emprises sur fourrés médio-européens sur sol fertile et une zone de chênaie-charmaie.

La carte page suivante présente les emprises du projet sur les habitats naturels et la flore.



Emprises du projet sur les habitats naturels et la flore recensés au sein du secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe 0603P chemin de la peau grasse à Chelles (Egis, 2016)

Les mesures de réduction des impacts directs d'emprises sont listées ci-dessous. Le détail de la mise en œuvre de ces mesures est présenté au chapitre 9 du présent volet E3 :

- La délimitation fine des emprises du chantier ;
- La remise en état du sol après travaux et reconstitution des milieux naturels.

Concernant les impacts indirects de dégradation des habitats naturels (par pollution accidentelle), les mesures d'évitement et de réduction consistent en la mise en place d'un management environnemental de chantier.

Risque de diffusion / favorisation d'espèces végétales invasives

La mise à nu du sol peut favoriser l'installation et le développement de plantes invasives diverses, souvent très concurrentielles sur les sols perturbés, et ainsi concurrencer les espèces floristiques indigènes.

Il sera nécessaire d'éviter la dispersion des espèces végétales invasives en phase chantier (notamment lors de l'exportation des gravats et surtout de la terre végétale). Pour cela, il est préférable d'éviter au maximum l'export de terre et de gravats.

La terre végétale devra être contenue dans des systèmes clos (camions bâchés) et subir un traitement permettant la destruction de l'ensemble des propagules (compostage en site contrôlé).

Les surfaces mises à nu seront à revégétaliser rapidement pour éviter une nouvelle expansion des espèces végétales invasives. Les repousses seront contenues, dans la mesure du possible, par l'entretien de la zone identifiée.

Des mesures prophylactiques spécifiques (nettoyage du matériel et des engins, en particulier les godets, roues, chenilles, etc.) seront à envisager afin d'éviter la propagation d'espèces invasives.

11.3.3.3. Impacts sur la faune et les continuités écologiques

Les impacts du défrichement sur la faune et les continuités écologiques identifiés sont les suivants :

- Risque de destruction d'individus et habitats d'espèces patrimoniales / protégées en phase chantier ;
- Dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitats d'espèces et d'espèces animales à enjeu fort ;
- Coupure d'axe de déplacement.

L'impact brut du défrichement sur la faune et les continuités écologiques est considéré comme fort.

Les mesures d'évitement et de réduction de ces impacts devant être mises en œuvre sur le site sont les suivantes :

- Précautions avant abattage d'arbres à cavité ;
- Adaptation, tant que possible, du calendrier des travaux afin d'éviter les périodes les plus sensibles pour les espèces à enjeux (notamment pour les oiseaux du cortège forestier, Hérisson d'Europe, Thécla de l'Orme et Flambé), le planning des travaux de cet ouvrage est en cours d'optimisation ;
- Suivi écologique de chantier ;
- Précautions vis-à-vis des nuisances sonores et lumineuses pour les chiroptères ;
- Réalisation de caches de substitution pour la petite faune ;
- Mise en place de clôtures petites faune avec dispositifs anti-intrusion, et non attractivité de la zone de travaux

L'impact résiduel sur la faune et les continuités écologiques est considéré comme modéré. Aussi des mesures compensatoires sont proposées, vis-à-vis de la faune (espèces protégées et leurs habitats). Ces mesures sont précisées d'une part dans le chapitre 9 du présent volet E3, d'autre part dans le volet G du présent dossier de demande d'autorisation unique, constituant la demande de dérogation à la protection des espèces protégées.

11.3.4. Impacts sur le contexte socio-économique et sylvicole

Les bandes boisées du Montguichet vouées à être défrichées dans le cadre de la réalisation du projet, tout comme le bois du Montguichet lui-même, ne font l'objet d'aucune exploitation forestière.

L'impact résiduel du défrichement sur le contexte socio-économique et les activités sylvicoles est donc nul.

11.3.5. Impacts sur le tourisme et les loisirs

Les bandes boisées du Montguichet voués à être défrichés dans le cadre de la réalisation du projet, tout comme le bois du Montguichet lui-même, n'est à l'origine d'aucune activité touristique ou de loisirs. De plus, des encombrants et dépôts de matériaux divers sont notamment entreposés en lisière. Aucun aménagement n'est réalisé. Ces bandes boisées n'ont pas vocation à accueillir du public. Leur fréquentation est donc réservée aux seuls riverains.

L'impact résiduel du défrichement sur le tourisme et les loisirs est donc nul.

11.4. Mesures de compensation relatives aux boisements

Bien que les impacts induits par les travaux de défrichement soient globalement faibles à modérés, et conformément à la réglementation en vigueur, des mesures de compensation seront mises en œuvre.

La démarche de la Société du Grand Paris s'inscrit dans des programmes d'aménagement écologiques et forestiers (opérations d'améliorations forestières notamment) portés par des partenaires institutionnels.

Ainsi, la compensation s'oriente notamment sur la mise en œuvre d'opérations d'enrichissement par plantations à proximité du fuseau d'étude des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue).

La surface recherchée sera la surface d'emprise du projet sur le boisement du Montguichet, multipliée par un facteur (ratio de compensation) qui sera défini par les services instructeurs de la demande d'autorisation unique, valant autorisation de défrichement.

Le détail des mesures de compensation (localisation du/des sites de compensation, partenaire institutionnel, modalités de compensation…) est en cours de concertation avec les différents organismes concernés. À date de rédaction du présent volet, la compensation pour les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord s'oriente vers des opérations de travaux sylvicoles (restauration, entretien, replantation…) à proximité du fuseau d'étude du projet.

Une plus-value écologique sera recherchée dans le cadre de la compensation au titre du code forestier, afin d'optimiser la valeur écologique des boisements de compensation.

11.5. Mesures d'accompagnement et de suivi

Les mesures d'accompagnement et de suivi, pour les habitats naturels, la faune et les continuités écologiques sont communes à celles mentionnées dans le chapitre 9 du présent volet E3.

11.6. Synthèse des impacts et mesures relatifs aux boisements

La grille de hiérarchisation des impacts du projet sur les boisements au sens du code forestier est rappelée ci-dessous.

Impact négligeable	Impact direct ou indirect, temporaire ou permanent, sur un boisement à enjeu négligeable
Impact faible	Impact direct ou indirect permanent sur un boisement à enjeu faible Impact indirect temporaire sur un boisement à enjeu modéré
Impact modéré	Impact direct permanent sur un boisement à enjeu modéré Impact indirect temporaire sur un boisement à enjeu fort
Impact fort	Impact direct ou indirect, permanent sur un boisement à enjeu fort et très fort (enjeux forts et très forts en termes de biodiversité, social et économique)

Critères de hiérarchisation des niveaux d'impact

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Aucun boisement au sens du Code forestier n'est interaction avec le projet sur ce secteur				
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Boisement du Montguichet à proximité de l'ouvrage 0603P à Chelles	Impact faible sur les eaux souterraines et superficielles (pollution lors des opérations de défrichement)	Management environnemental de chantier	Négligeable	Opérations de travaux sylvicoles (restauration, entretien, replantation…) à proximité du fuseau d'étude du projet, pour une surface définie en concertation avec les services instructeurs
		Emprise sur 0,55 ha de boisement à défricher, risque de destruction d'espèces protégées et de dégradation de leurs habitats, dérangement / perturbation sur des espèces animales et leurs habitats, coupure d'axe de déplacement	Management environnemental de chantier et dispositions spécifiques au site de travaux : - précautions avant abattage d'arbre, - adaptation du calendrier de travaux, - suivi écologique de chantier, - précautions vis-à-vis des nuisances sonores et lumineuses, - réalisation de caches de substitution, - clôtures petites faune, - dispositifs anti-intrusion, - non attractivité de la zone de travaux	Modéré pour les espèces d'insectes protégées et rares en Ile-de-France Faible pour toutes les autres espèces/groupes et habitats	
		Impact nul sur le contexte socio-économique et sylvicole	Sans objet	Sans objet	
		Impact nul sur le tourisme et les loisirs	Sans objet	Sans objet	
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Aucun boisement au sens du Code forestier n'est interaction avec le projet sur ce secteur				
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Aucun boisement au sens du Code forestier n'est interaction avec le projet sur ce secteur				
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Aucun boisement au sens du Code forestier n'est interaction avec le projet sur ce secteur				

Synthèse des impacts et mesures sur les boisements au sens du code forestier

12. Zones humides

12.1. Secteurs d'aménagements concernés par la présence de zones humides

Comme indiqué dans l'état initial (chapitre EIV-11), deux secteurs d'aménagement sont concernés par la présence de zones humides. Les ouvrages concernés sont les suivants :

- Ouvrage 0603P : Chemin de la Peau Grasse à Chelles ;
- Ouvrage 0604P : Allée de la noue Brossard à Chelles.

Les milieux concernés par les secteurs d'aménagement des ouvrages 0604P et le 0603P à Chelles sont des milieux artificialisés (pelouses et square urbain pour l'OA 0604P, chemin non revêtu concerné par une servitude liée à une canalisation de gaz pour l'OA 0603P).

Chemin de la peau grasse au droit du secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe 0603P à Chelles (Egis, 2016)

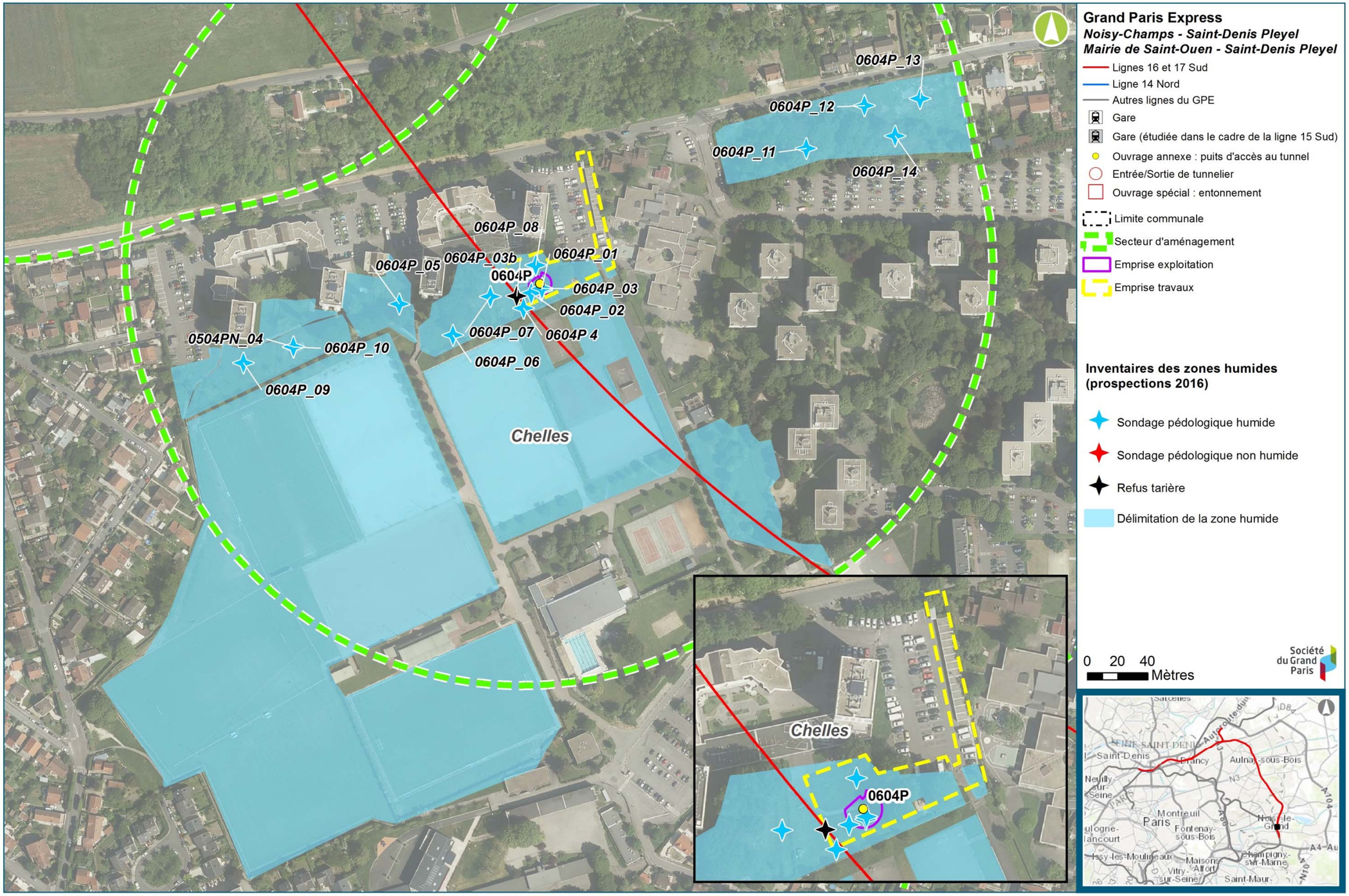
Pelouse de square urbain, allée de la noue Brossard au droit du secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe 0604P à Chelles (Egis, 2016)

Les surfaces concernées par les emprises des travaux concernent 1 387 m² réparties de la façon suivante :

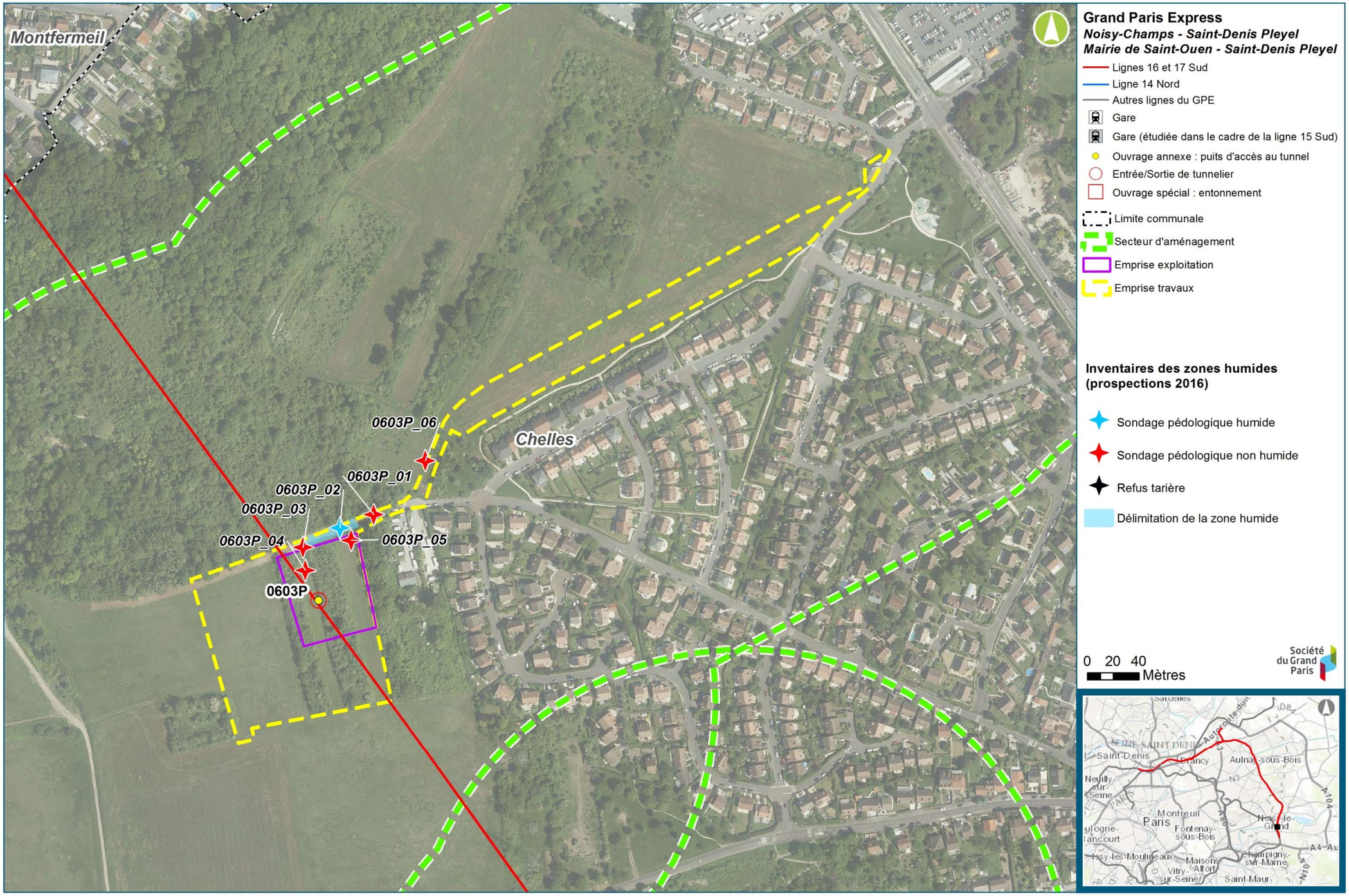
- **Ouvrage 0604P : 1 196 m² ;**
- **Ouvrage 0603P : 191 m² ;**

Les autres secteurs d'aménagement ne sont pas concernés par la présence de zones humides. Dès lors, les impacts sont nuls pour ces autres secteurs.

Les cartes pages suivantes localisent les zones humides recensées au droit des deux secteurs d'aménagement concernés, au regard des emprises du projet (travaux et exploitation).



Zones humides du secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe 0604P concernées par les emprises du projet (Egis, 2016)



Zone humide du secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe 0603P concernée par l'emprise exploitation du projet (Egis, 2016)

12.2. Impacts et mesures générales sur les zones humides

12.2.1. Méthodologie de hiérarchisation des impacts

La hiérarchisation des impacts sur les zones humides tient compte :

- Du caractère temporaire ou permanent de l'impact ;
- Du caractère direct ou indirect de l'impact;
- De l'état de la fonctionnalité / de conservation de la zone humide considérée.

La grille ci-après présente la hiérarchisation des impacts sur les zones humides.

Hiérarchisation des impacts	Négligeable	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation		Impact temporaire, direct ou indirect, sur une zone humide, sans dégradation de la fonctionnalité / état de conservation	Impact permanent, direct ou indirect – sans dégradation de la fonctionnalité / état de conservation	Impact temporaire ou permanent– avec dégradation de la fonctionnalité / état de conservation

Critères de hiérarchisation des impacts sur les zones humides

12.2.2. Impacts génériques et mesures générales d'évitement et de réduction

12.2.2.1. Impacts génériques

La réalisation des travaux à proximité ou directement sur des zones humides peut avoir les conséquences directes et indirectes suivantes, sur les milieux et leur fonctionnement.

Ces impacts sont identifiés pour les deux secteurs d'aménagements concernés par des zones humides :

- Les effets d'emprises directes des travaux sur les zones humides (cf. chapitre précédent) ;
- Un risque d'altération des habitats humides lié aux envols et dépôts de poussière et à la dissémination d'espèces exotiques envahissantes ;
- Un risque de pollution accidentelle lié à la présence d'engins de chantier ;
- Un risque de compactage et déstructuration du sol lors du passage d'engins de chantier ;
- L'altération des milieux et de leurs fonctionnalités ;
- Un risque de dérangement de la faune terrestre durant le chantier.

12.2.2.2. Mesures

Évitement des zones humides et optimisation des emprises travaux

La démarche d'évitement générale des enjeux écologiques observée par la Société du Grand Paris a permis d'éviter les zones à enjeux les plus sensibles (cf chapitre 9 du présent volet E3).

Ainsi, sur les 17 secteurs d'aménagement localisés au sein des enveloppes d'alerte de la DRIEE, seuls deux secteurs d'aménagement de zones humides n'ont pu être évités : les zones humides de l'OA 0603P et 0604P. Aussi, au regard de ces enjeux, les emprises des zones de travaux pour ces deux ouvrages ont été optimisées, de même que les emprises définitives, afin de réduire au minimum les emprises directes sur les zones humides, qui par ailleurs, sont des zones humides du fait de particularité pédologiques.

L'impact d'emprise du projet sur les zones humides en phase travaux est de 1 387 m² réparties de la façon suivante :

- **Zone humide du secteur d'aménagement de l'ouvrage 0604P : 1 196 m² ;**
- **Zone humide du secteur d'aménagement de l'ouvrage 0603P : 191 m².**

Le niveau d'impact est modéré.

Balisage des habitats humides

La destruction d'habitats humides présents à proximité des ouvrages représente un impact potentiellement important. Dans l'objectif de limiter l'impact indirect sur les habitats de vie de la faune présents à proximité des emprises chantier et de l'ouvrage, les interventions seront limitées à l'emprise stricte du chantier.

Un balisage des zones favorables à proximité et non impactées sera effectué. La mise en défens consistera à baliser le chantier et exclure toute nouvelle emprise à proximité. La mise en défens de ces secteurs s'accompagnera de la mise en place de panneaux de signalisation et d'une information de l'ensemble des personnels de chantier par un écologue en charge de l'accompagnement des travaux.

La mise en défens et le balisage des secteurs sensibles seront réalisés durant la phase préparatoire de chantier, avant le passage des engins et les travaux.

Au regard des dispositifs mis en place pour le balisage et la mise en défens de ces milieux, le risque de destruction ou dégradation d'habitats humides hors emprise des travaux est négligeable pour les zones humides concernées par le projet.

Réduction de la dissémination d'espèces de flore et de faune envahissante

Des espèces végétales envahissantes ont été identifiées au droit des emprises chantiers et des ouvrages (Renouée du Japon, Robinier faux-acacia,…). Un repérage au sein des emprises chantier sera réalisé en amont du démarrage des travaux par un écologue. Celui-ci donnera suite à une éradication des stations les plus localisées ou un isolement des stations susceptibles d'être favorisées par le chantier et dont la destruction ne pourrait être conduite en intégralité (méthode d'éradication étudiée en fonction de l'espèce observée avant le démarrage des travaux). Par ailleurs, toute dispersion des espèces végétales invasives en phase chantier sera évitée (notamment lors de l'exportation des déblais). L'export de terre et de gravats sera évité au maximum. Si cet export doit être réalisé, la terre sera contenue dans des systèmes clos (camions bâchés) et subira un traitement permettant la destruction de l'ensemble des propagules (compostage en site contrôlé).

Des mesures spécifiques (nettoyage du matériel et des engins, en particulier les godets, roues, chenilles, etc.) seront mises en œuvre afin d'éviter la propagation d'espèces invasives avant que les engins de terrassement ne quittent le chantier.

Au regard des mesures visant à limiter la dissémination d'espèces exotiques envahissantes sur les milieux humides, l'impact est négligeable pour les deux secteurs d'aménagements concernés.

Précautions en vue de la limitation des pollutions

Concernant les pollutions accidentelles, les contaminants et sources de pollution seront éloignés au maximum des zones humides afin de réduire le risque de contamination directe par ruissellement des eaux superficielles. Le traitement des eaux de ruissellements, chargées en boue (terrassement, passage engins), en hydrocarbures devra également être réalisé afin de ne pas rejeter directement dans le milieu naturel. Les bases chantiers seront étanchéifiées, et équipées d'un système de récupération des eaux qui débouchera sur un bassin de décantation. Ces eaux, seront traitées avant rejet.

L'entreprise aura à sa charge la surveillance des conditions de stockage et de manipulation des produits toxiques et potentiellement dangereux. Il est par conséquent important de respecter quelques précautions élémentaires lors de la mise en place et de l'occupation du chantier, afin de prévenir le maximum de ces risques :

- Les bassins de dépollution, s'ils sont nécessaires, seront installés au niveau des aires de lavage, d'entretien et de stationnement des véhicules, qui devront se situer sur les aires de chantier étanches ;
- Le ravitaillement des engins sera effectué sur les aires d'entretien, à l'aide de volucompteurs équipés de becs verseurs à arrêt automatique, éloignées des zones humides ;
- Les opérations d'entretien des engins, réalisées dans tous les cas sur des aires étanches aménagées et munies d'installation de traitement des eaux résiduaires (aires étanches + déshuileur), ne seront pas effectuées à proximité des zones humides ;
- Les produits dangereux et toxiques devront être éloignés des zones humides en cas de non utilisation, à l'abri du vent pour éviter l'envol et protégés de l'eau afin de limiter la solubilité ou le ruissellement sur les zones humides à proximité ;
- En cas de pollution accidentelle, un dispositif de limitation de la pollution sera mis en place rapidement (matériaux d'absorption, kit de dépollution,….) ;
- Les installations fixes seront équipées d'un dispositif de fosse étanche efficace récupérant les eaux usées ;
- Les zones de stockage seront signalées vis-à-vis de la circulation avec une signalétique appropriée.

D'autre part, les grilles et avaloirs pour la réception des eaux de ruissellement devront être conçus avec une décantation suffisante et un système de siphonage pour éviter que les déchets légers ne soient entraînés dans les réseaux publics.

Enfin, la qualité des eaux usées rejetées du chantier devra respecter les contraintes liées aux valeurs limites de qualité des eaux rejetées.

Ces dispositifs sont précisés dans le chapitre relatif aux eaux superficielles et souterraines.

Suite à la mise en place de dispositifs de précautions et de limitation des pollutions, l'impact sur les zones humides est jugé comme faible pour les deux secteurs d'aménagements concernés.

Mesures vis-à-vis du risque de compactage et déstructuration du sol lors du passage d'engins et mesures associées

Le passage des engins peut entraîner le compactage du sol ou la création d'ornières déstructurant les horizons lors de la réalisation des travaux. Les travaux impliquant les engins les plus lourds seront préférentiellement effectués à la période sèche, de préférence en été (juillet et août), voire en automne (septembre et octobre) où le sol est moins engorgé en eau et le niveau de la nappe plus bas.

Des solutions temporaires, de renforcement de piste nécessaires au chantier seront le cas échéant mises en œuvre. Les empierrements des sols seront proscrits. Une des solutions envisagées sera la mise en place de plats-bords (planches en bois reliées par des barres métalliques). Le matériel sera le plus adapté possible aux zones humides pour augmenter la portance (pneus basse pression, chenilles).

Suite aux mesures mises en place au droit des secteurs d'aménagement, l'impact lié au tassement du sol est négligeable.

Réduction du risque d'altération des habitats humides lié aux envols et dépôts de poussières

Concernant l'émission de poussière, en cas de temps sec susceptibles d'entraîner une augmentation de l'émission de poussière sur les pistes et aux abords, les véhicules du chantier adopteront une vitesse réduite afin de limiter les impacts. L'humidification des dessertes sera également envisagée.

Pour les deux secteurs d'aménagements concernés, l'impact par risque d'altération des habitats par les émissions de poussières est négligeable à faible pour la faune de zones humides.

Limitation du dérangement de la faune

Au regard du contexte local fortement marqué par les activités humaines, les dérangements pour les espèces d'oiseaux sont déjà en partie existants. Les travaux accentueront la fréquentation au niveau des emprises chantier (utilisation et circulation d'engins de chantier) et par conséquent le dérangement de l'avifaune en période de reproduction. Toutefois les espèces concernées sont communes et adaptées à un contexte urbain et aucune espèce du cortège des milieux humides et aquatiques n'est concernée par les emprises des travaux.

Pour les deux secteurs d'aménagements concernés, l'impact par dérangement en phase chantier est considéré comme négligeable.

Gestion des déchets

Les chantiers sont à l'origine de déchets qui peuvent accidentellement être déversés au niveau de zones humides. La gestion des déchets devra être assurée rapidement et dans des conditions de stockage, de collecte et de traitement optimales en faisant appel si nécessaire à des entreprises agréés.

Les déchets seront récupérés, collectés puis traités dans les conditions adéquates. Un tri systématique des déchets sera effectué. Quant aux déchets industriels spéciaux solides et liquides (bois traités, huiles, solvants, etc.), le tri sera effectué conformément à la réglementation en vigueur.

Au cas où, pour des raisons de manque de place, un tri sélectif ne peut pas être mis en place sur l'emprise chantier, l'entreprise devra avoir l'accord de la maîtrise d'œuvre et de la Société du Grand Paris pour qu'un tri équivalent soit effectué dans un centre de tri extérieur à la zone. L'entreprise fournira les justificatifs de ce tri. L'impact par les déchets est considéré comme négligeable.

Au regard des mesures mises en place pour la gestion des déchets, l'impact est considéré comme négligeable pour les deux secteurs d'aménagements concernés.

Remise en état du milieu

Lors du passage dans des zones à hydromorphie importante, toute modification de la microtopographie du sol engendrée par le chantier devra être rectifiée. Cela nécessitera un soin particulier pour la remise en état des fossés et l'élimination des ornières.

Lors de la remise en état du milieu (pour les emprises provisoires), les surfaces mises à nu seront revégétalisées rapidement à l'aide de semences d'espèces herbacées locales (et adaptées aux milieux) pour éviter une nouvelle expansion des espèces végétales invasives. Les repousses seront contenues, dans la mesure du possible, par l'entretien de la zone identifiée.

Les plantes annuelles pourront germer de nouveau grâce à la banque de graines du sol. Les plantes vivaces, quant à elles, se régénéreront à partir de leurs organes souterrains. Le risque est de voir s'installer de mauvaises conditions édaphiques, défavorables à la germination ou à la reprise des plantes (graines trop ou pas assez en profondeur, organes de multiplication végétative endommagés ou trop enfouis, sol asphyxié).

Les mesures mises en place pour la flore et les habitats permettront de réduire le niveau d'impact sur les milieux. Les impacts seront négligeables pour les zones humides concernées.

12.3. Impacts et mesures spécifiques en phase chantier (site de l'ouvrage 0604P)

Au-delà des impacts génériques pour les secteurs d'aménagement concernés par des zones humides, un impact spécifique d'altération des milieux et de la fonctionnalité de la zone humide durant le chantier a été identifié. En effet, les travaux de terrassement et de gros-œuvre destinés à la réalisation de l'ouvrage 0604P sont susceptibles de mettre à jour la nappe affleurante ou sub-affleurante sur ce secteur. En fonction des volumes d'eaux évacués, les travaux pourront avoir des incidences sur les niveaux d'eau et assécher provisoirement les habitats humides à proximité et en altérer les fonctionnalités.

Par ailleurs, la proximité de la nappe va impliquer un effet rabattement de celle-ci lors de la construction des ouvrages.

Cet impact est néanmoins temporaire, et la mise en œuvre de parois moulées pour la réalisation de l'ouvrage annexe permet d'aboutir à un impact faible.

12.4. Impacts et mesures sur les zones humides en phase d'exploitation

Les impacts en phase exploitation peuvent concerner :

- L'emprise définitive sur des zones humides.
- Le dérangement de la faune par nuisance sonore ;

12.4.1. Impact d'emprises définitives

En phase exploitation, les impacts au droit des zones humides sont particulièrement limités. En effet, les emprises définitives ne concerneront que les installations définitives nécessaires à l'exploitation du projet : parties émergeantes des puits d'accès au tunnel et les accès à ces installations.

Pour le site de l'ouvrage annexe 0604P, les emprises définitives concernent 150 m² de zone humide. L'impact est modéré.

Pour rappel, la remise en état du site consiste à reconstituer les pelouses urbaines en adaptant la banque de graines aux milieux hygrophiles. Compte-tenu du contexte urbain du site, de sa localisation au sein d'un square et d'immeubles et de ses usages pour les riverains (promenade, loisirs, aire de jeux,…), aucune plus-value écologique ne sera possible sur ce secteur.

Aussi, pour le site de l'ouvrage 0604P, il est considéré une emprise définitive de 1 196 m² de zone humide. L'impact est modéré.

Pour le site de l'ouvrage annexe 0603P, le chemin de la peau grasse, servira en phase d'exploitation de chemin d'accès au site de l'ouvrage annexe (qui comporte une fonction d'accès secours). Le chemin de la peau grasse sera remis en état à la fin de travaux, et restitué de façon non revêtue. Néanmoins, il est considéré que la réalisation des travaux va entraîner des remaniements importants des sols.

La zone humide identifiée au droit du chemin de la peau grasse, dépendant entièrement des conditions pédologiques (cf état initial), ne pourra revenir à une fonctionnalité équivalente à celle initial.

Aussi, pour le site de l'ouvrage 0603P, il est considéré une emprise définitive de 191 m² de zone humide, la surface de la zone humide identifiée étant uniquement localisée sur le chemin. L'impact est modéré.

12.4.2. Impact par dérangement et mesures associées

L'exploitation du métro souterrain va générer un risque de nuisances sonores au droit des ouvrages annexes, par les dispositifs de ventilation.

Néanmoins, considérant les mesures d'atténuation de ces nuisances (pièges à sons notamment) et considérant le contexte urbain / périurbain des ouvrages 0604P et 0603P, cet impact est considéré comme négligeable.

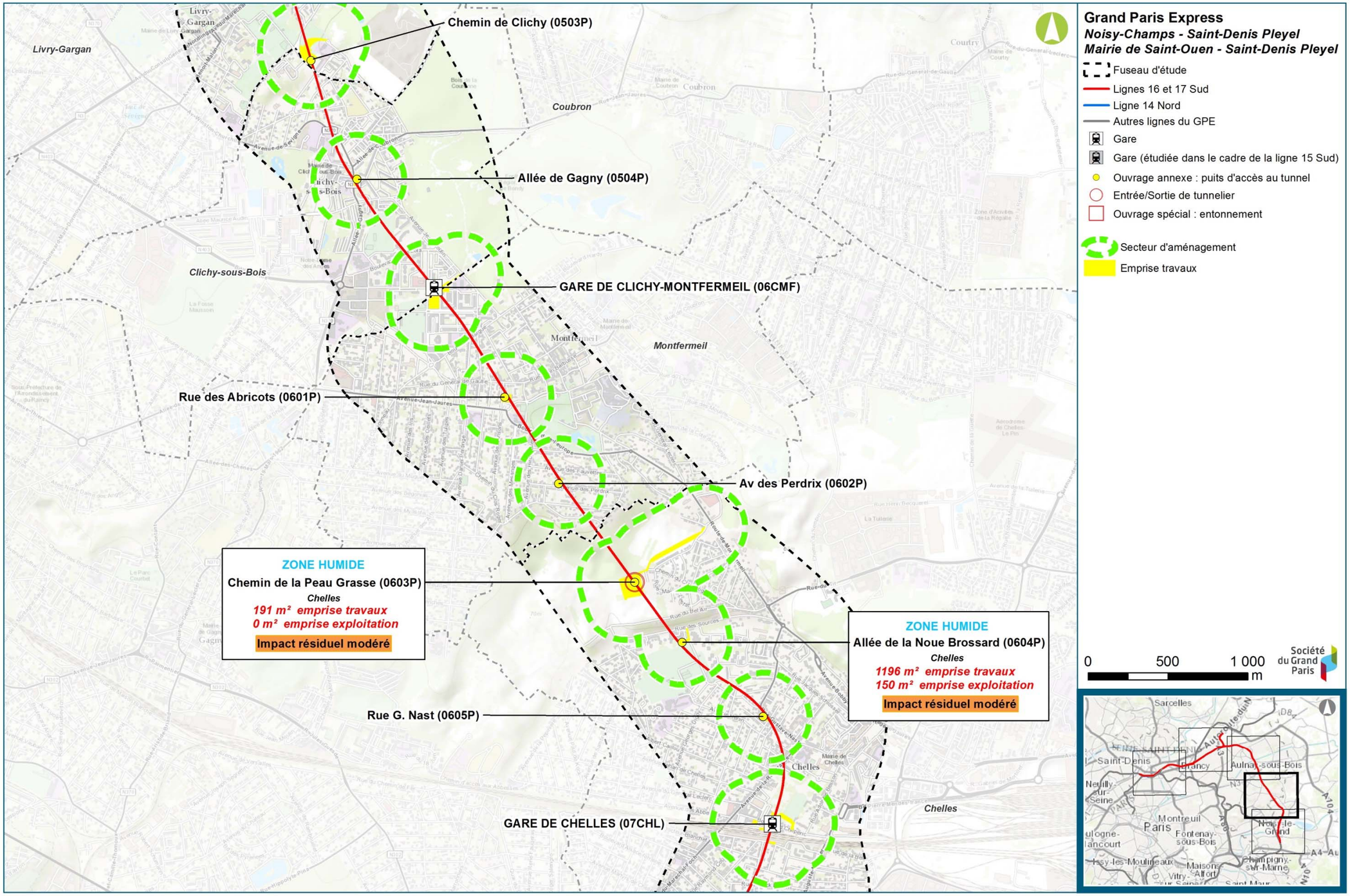
12.5. Synthèse des impacts résiduels

La réalisation du projet des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue), malgré la mise en œuvre de mesures d'évitement et de réduction entraine un impact résiduel modéré pour les zones humides :

- **Modéré pour la zone humide de l'ouvrage 0603P**, considérant une emprise travaux (et définitive) de 191 m² sur une zone humide relictuelle à fonctionnalité dégradée ;

- **Modéré pour la zone humide de l'ouvrage 0604P** considérant une emprise travaux de 1196 m² sur une zone humide relictuelle à fonctionnalité dégradée.

La carte page suivante fait la synthèse des impacts résiduels du projet sur les zones humides.



Synthèse des impacts résiduels sur les zones humides (Egis, 2016)

12.6. Mesures de compensation

L'analyse des impacts résiduels fait apparaître un besoin en compensation pour la destruction de 1 387 m² de zones humides au droit des secteurs d'aménagement des ouvrages 0603P et 0604P, un besoin en compensation est donc identifié.

12.6.1. Principes employés pour la compensation

Les mesures de compensation proposées sont définies sur la base de plusieurs critères, en lien avec les objectifs du SDAGE Seine-Normandie et les recommandations de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) :

- La temporalité : durant les travaux, suite à la phase chantier ;
- Le maître d'ouvrage : mise en place de mesures de compensations avec un partenaire identifié ;
- Le type de compensation : gain de fonctionnalité sur un habitat existant, recréation de milieu ;
- Les surfaces : identiques à minima aux surfaces impactées.

La démarche de compensation s'inscrit ainsi dans le cadre de la disposition D.6.83 du SDAGE Seine-Normandie 2016-2021, avec :

- La mise en œuvre de mesures compensatoires permettant de retrouver des fonctionnalités équivalentes à celles perdues, sur une surface au moins équivalente avec ratio de 100% à 150% selon la masse d'eau réceptrice ;
- La mise en œuvre de mesures d'accompagnement en complément de la compensation, dans un objectif de soutien de la gestion des zones humides, avec l'apport d'une compensation complémentaire de 50 %.

Le ratio final de compensation est donc de 150 à 200% pour le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, selon la masse d'eau réceptrice.

12.6.2. Synthèse des besoins en compensation

Dans le respect du SDAGE et des recommandations de l'ONEMA, sur la base des impacts après mise en place des mesures d'évitement et de réduction et des objectifs de préservation des zones humides et de la faune associée sur le projet, la surface de compensation sera de 2 200 m² (compensation surfacique et fonctionnelle de 150% en dehors de la masse d'eau superficielle concernée + 50% complémentaire pour les mesures d'accompagnement).

12.6.3. Présentation de la compensation proposée

Afin de compenser l'impact du projet sur les zones humides, une compensation sera réalisée par la SGP sur 2 400 m² au sein de la même masse d'eau superficielle, et à quelques centaines de mètres des emprises du secteur d'aménagement 0604P, site le plus impacté par les travaux.

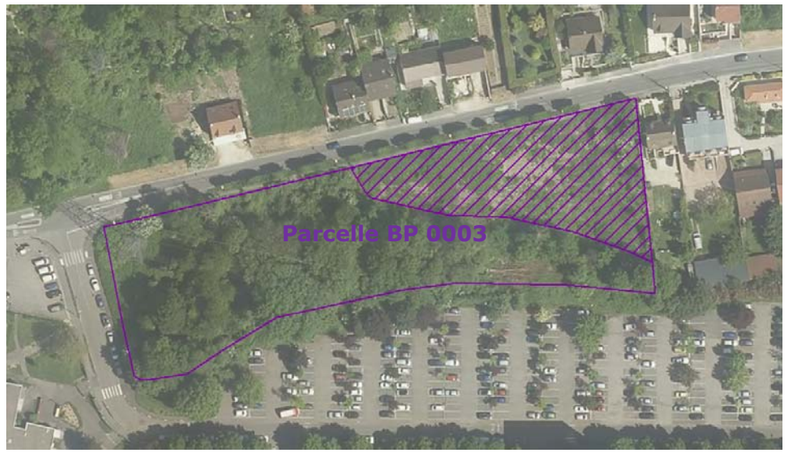
Cette proposition de compensation répond entièrement aux obligations du SDAGE Seine Normandie 2016-2021 qui fixe ce ratio à 100% pour des zones présentant des fonctionnalités équivalentes et situées dans la même masse d'eau.

La compensation sera réalisée sur un terrain appartenant à la commune de Chelles et au droit duquel un Plan de Gestion sera réalisé permettant ainsi la mise en place d'une convention d'exploitation et d'entretien de cet espace sur le long terme.

Le principe de cette compensation est présenté dans les paragraphes suivants.

12.6.3.1. Présentation du site du Boisement Madame à Chelles

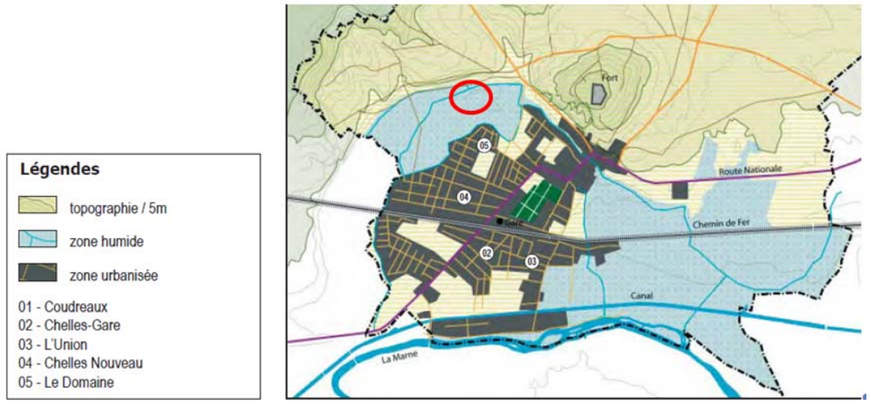
Le Bois Madame est situé à Chelles (77500), au lieu-dit « La Noue Brossard » sur la parcelle cadastrée BP 0003 d'une superficie totale de 7 500 m². Il est composé d'un boisement au faciès dégradé et de friches arbustives. L'ensemble du site répond favorablement aux besoins de compensation, mais seule la friche arbustive (en hachuré sur la carte) est concernée par la compensation et la remise en état du site. La superficie concernée avoisine les 2400 m².



Localisation du site « Le Bois Madame » à Chelles, à proximité du site de travaux de l'ouvrage 0604P à Chelles (Egis, 2016)

Ce site est notamment situé au sein des enveloppes potentielles des zones humides de la DRIEE.

Par ailleurs, les cartes historiques datant du début XXème siècle (1912) indiquent qu'il est localisé au niveau des anciens marais de Chelles, correspondant au lit majeur de la Marne, comme le montre la carte ci-après extraite du PLU de Chelles.



Occupation du sol en 1912 – Source (Plan Local d'Urbanisme Chelles), en rouge : site proposé pour la compensation

Habitats identifiés

Les habitats mis en évidence au sein du site et identifiés par leur code Corine Biotope sont les suivants :

- CB : 22.1 – Fossés ;
- CB : 44.314 x 84.3 - Forêts de Frênes et d'Aulnes des bords de sources x boisement urbain;
- CB : 87.1 – Friche arbustive

Ce site est composé d'un boisement avec sous-bois et d'une friche arbustive. Au niveau du boisement, les essences relevées sont le Frêne élevé (*Fraxinus excelsior*), le Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), le Cornouiller mâle (*Cornus mas*), le Noisetier (*Corylus avellana*) et des espèces de sous-bois comme le Groseillier (Ribes rubrum) et le Lierre grimpant (*Hedera helix*). Ce boisement est très dégradé et est localement envahi de Laurier-palme (*Prunus laurocerasus*). Des déchets divers y sont notamment déposés (tontes, matelas, …).

Frange boisée dégradée (Egis, 2016)

Au niveau de la friche arbustive, les essences relevées sont des espèces rudérales comme la Ronce (*Rubus fruticosus*), l'Epilobe hirsute (*Epilobium hirsutum*), l'Églantier (Rosa canina) ou espèces exotiques envahissantes comme le Buddléia de David (*Buddleja davidii*), ou la Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*). Ce milieu est caractérisé par la repousse d'essences arbustives comme le Saule roux (*Salix atrocinerea*) et le Frêne élevé (*Fraxinus excelsior*), régulièrement fauchés, car situées en-dessous d'une ligne de Très Haute Tension. On note également la présence de stations de Jonc glauque (*Juncus inflexus*), localement denses.

Friches arbustives avec repousse de saules et concentration de Joncs (Egis, 2016)

Caractéristiques pédologiques

Les sols rencontrés sont des sols que l'on rencontre typiquement en contexte alluvial dans la moitié Nord de la France, avec dominance de sols réductiques et de sols tourbeux minéralisés. La nappe est quasi-affleurante à affleurante, avec des niveaux d'eau relevés entre 0,30 cm et 0,80 cm. Ces sols témoignent de la présence de marais en eau à des périodes relativement récentes, suivis d'assèchement, suite au drainage ou à l'imperméabilisation des milieux. Ces caractéristiques pédologiques sont à mettre en relation avec les sols observés à la Noue Brossard, au niveau des pelouses urbaines.

Tous les sondages effectués sur le site sont humides au sens de l'arrêté. La description de ces sondages figure en annexe de l'étude d'impact « Volet I – Annexes 4 – Chapitre 4.2.6 – sondages 0604P_12 à 0604P_15.

Les extraits ci-après présentent les principales caractéristiques des sols hydromorphes.

- **Sondage 0604P_12**

0 – 15 cm	15 – 25 cm	25 – 40 cm	40 – 50 cm	50 – 120 cm
Sol brun humifère, texture limono-sableuse	Sol présentant des traces d'oxydoréduction, texture limono-sableuse	Sol rédoxique, texture limoneuse	Sol réductique, texture limono-argileuse, eau à 40 cm	Sol réductique, quelques résidus de tourbe et débris végétaux fossilisés, texture argileuse,

L'analyse du sondage révèle la présence d'un sol réductique, débutant à 40 cm et se prolongeant. Ce sol est humide au sens de l'arrêté et est apparenté à la classe VI d du GEPPA.

Sondage 0604P_13

0 – 25 cm	25 – 40 cm	40 – 70 cm	70 – 120 cm
Sol brun humifère, présence d'oxydoréduction à 15 cm, texture sablo-limoneuse	Sol rédoxique avec matrice tourbeuse minéralisée, texture limoneuse	Sol histique fortement minéralisé avec résidus de tourbe, texture argilo-limoneuse, eau à 70 cm	Sol réductique, quelques résidus de tourbe et débris végétaux fossilisés, texture argileuse

L'analyse du sondage révèle la présence d'un sol rédoxique, suivi d'une matrice tourbeuse très minéralisée (sol réductique en devenir), et se prolongeant par des traits réductiques. Ce sol est humide au sens de l'arrêté et est apparenté à la classe VI d du GEPPA.

Sondage 0604P_14

0 – 15 cm	15 – 40 cm	40 – 60 cm	60 – 120 cm
Sol brun humifère, texture limono-sableuse	Sol rédoxique avec matrice tourbeuse minéralisée, texture limoneuse	Matrice tourbeuse minéralisée, texture argilo-limoneuse	Sol histique fortement minéralisé avec résidus de tourbe, texture argileuse, eau à 80 cm

L'analyse du sondage révèle la présence d'un sol rédoxique, suivi d'une matrice tourbeuse très minéralisée (sol réductique en devenir assimilé à un sol réductique sur la base de critères pédologiques et hydrogéomorphologique). Ce sol est humide au sens de l'arrêté et est apparenté à la classe VI d du GEPPA.

Sondage 0604P_15

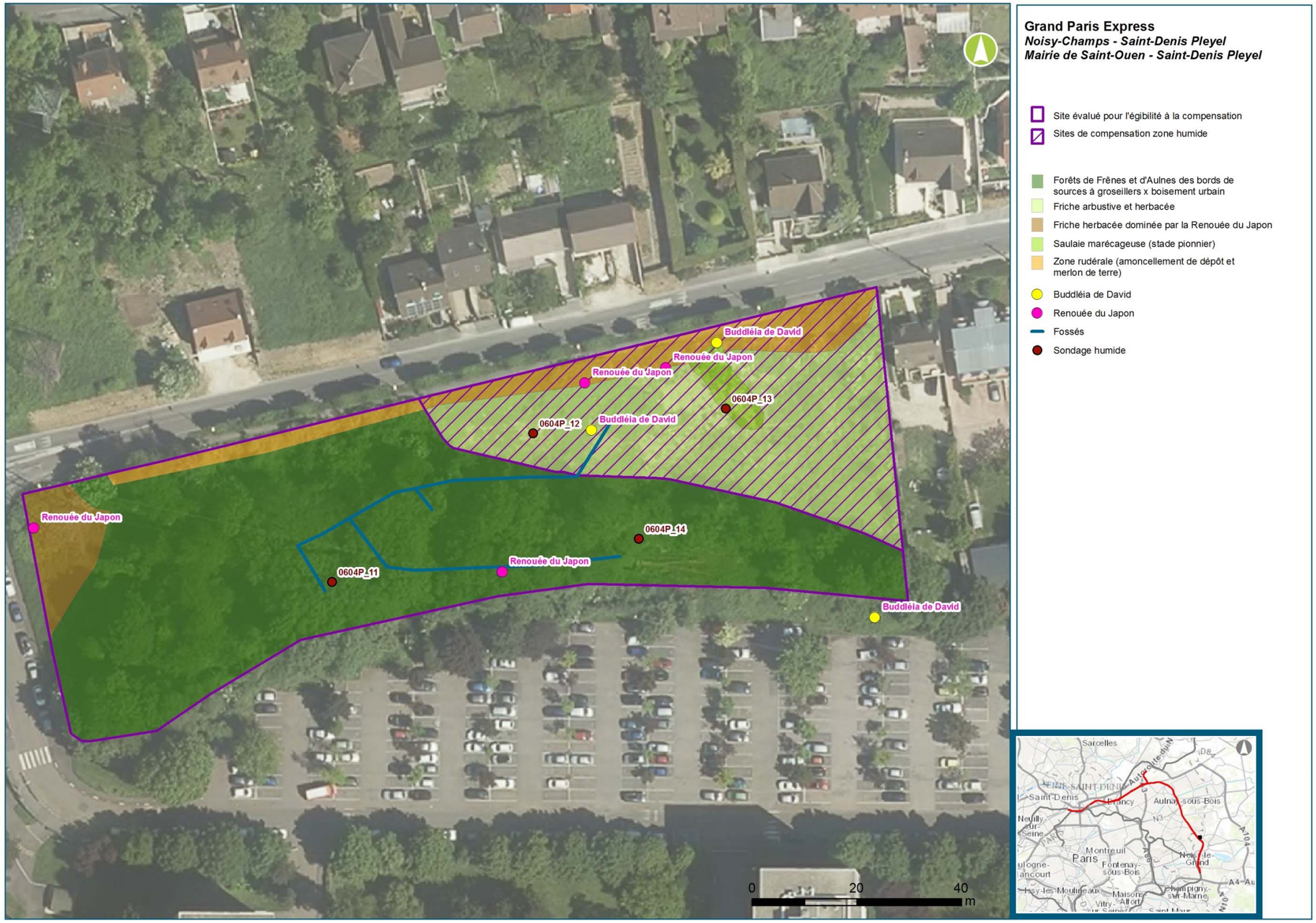
0 – 10 cm	10 – 25 cm	25 – 48 cm	48 – 53 cm	53 – 72 cm	72 – 120 cm
Sol brun humifère, texture sablo-limoneuse	Sol présentant des traces d'oxydoréduction et des traits réductiques, texture limono-argileuse	Sol rédoxique, texture limoneuse, eau à 30 cm	Dépôt noirâtre	Matrice tourbeuse en voie minéralisation et graviers, texture sableuse	Sol réductique, quelques résidus de tourbe et débris végétaux fossilisés et coquilliers, texture argileuse

Sol tourbeux en voie de minéralisation avec résidus fibriques (Egis, 2016)

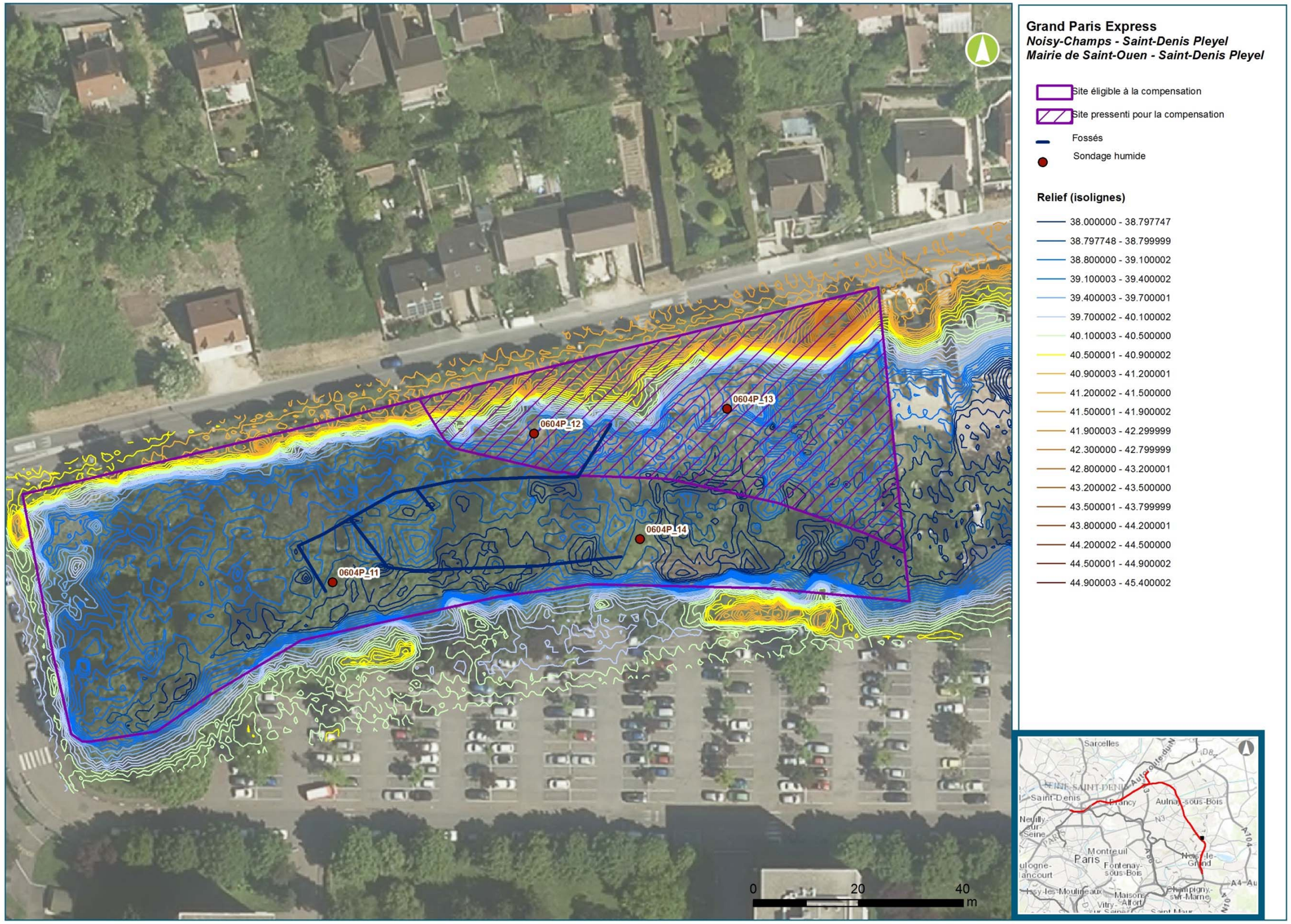
L'analyse du sondage révèle la présence d'un sol rédoxique, suivi d'horizons réductiques intercalés de reliquats tourbeux en voie de minéralisation (sol réductique en devenir, assimilé à un sol réductique sur la base de critères pédologiques et hydrogéomorphologique). Ce sol est humide au sens de l'arrêté et est apparenté à la classe VI d du GEPPA.

Tous les sondages effectués sur le site sont humides au sens de l'arrêté.

L'ensemble des éléments de contexte décrits ci-avant et la topographie du site sont cartographiés sur la carte page suivante.



Présentation des habitats et des éléments de contexte du site de compensation (Egis, 2016)



Présentation de la topographie du site (Egis, 2016)

12.6.3.2. Principes d'aménagement et de gestion

À l'échelle de l'étendue de la zone humide qui concerne potentiellement tout le lit majeur de la Marne, le site représente une très faible superficie, avoisinant les 0,75 ha. Pour rappel, les surfaces impactées représentent environ 1200 m², localisées principalement à quelques centaines de mètres du site pressenti. Par ailleurs, le site pressenti est situé dans la même masse d'eau superficielle que les milieux impactés des ouvrages 0604P et 0603P. Par conséquent, ce site représente une surface et des milieux compatibles avec les besoins en matière de compensation.

Gestion actuelle du site et état de conservation

A priori, aucune gestion n'est actuellement mise en œuvre. L'état de conservation de ce milieu est fortement dégradé. Des coupes répétées ont lieu au niveau de la friche arbustive afin de limiter la repousse des ligneux. Les résidus de coupe et les souches des arbres abattus restent sur place et enrichissent le milieu. De plus, la présence d'espèces exotiques envahissantes contribue à fragiliser l'équilibre biologique de ce site et affaiblit la diversité botanique. Par ailleurs, des déchets divers y sont déposés (tontes, matelas,..). La frange boisée présente également un état de conservation dégradé. On note la présence d'espèces exogènes comme le Laurier-palme. Les fossés sont encombrés de détritus divers. L'ensemble de ces perturbations ont modifié les milieux initialement présents, si bien que le caractère humide du site ne se manifeste dans aucun habitat, bien que l'eau soit quasi-affleurante sur le site.

Principes de gestion

Une requalification du peuplement de ces milieux humides permettrait de redonner un intérêt écologique au site (habitat de vie, corridor de déplacement, habitat humide) et de restaurer une partie des fonctionnalités hydrologiques et biogéochimiques. Par ailleurs, situé en contexte périurbain, il serait intéressant d'y associer un volet pédagogique visant à sensibiliser les riverains sur l'intérêt à préserver des milieux humides, et au-delà de faire connaître l'histoire des marais de Chelles.

Les mesures proposées pour y parvenir sont les suivantes :

- Nettoyage du site (évacuation des ligneux et dessouchage) et enlèvement des dépôts et déchets ;
- Mise en place de bouchons d'argile au niveau des fossés afin de limiter le drainage aérien;
- Gestion des espèces exotiques envahissantes (lutte préventive et curative) ;
- Etrepage des horizons supérieurs au niveau des friches afin de retrouver les milieux d'origine et la banque végétale ;
- Création de patchs d'habitats favorables à différentes espèces, en travaillant avec la micro-topographie. Sur certains secteurs, il conviendra de créer des modelés avec alternance de petites dépressions. Ces dépressions permettront de créer des roselières, cariçaies selon les gradients d'humidité ;
- Création d'une petite mare, notamment favorable aux insectes et aux amphibiens ;
- Fauche annuelle ou pluriannuelle selon les milieux (faucardage de roselières,…) avec export des résidus de coupe ou écopaturage, selon le mode de gestion retenu par la municipalité ;
- Mise en place de dispositifs visant à empêcher les dépôts divers,...

Concernant l'aspect pédagogique, il pourrait être intéressant de mettre en place un circuit aménagé sur pilotis, avec panneaux explicatifs sur l'histoire des marais de Chelles, du rôle et fonctionnement de la zone humide et de la biodiversité (habitats, espèces botaniques et faunistiques).

Description des travaux envisagés

Les travaux envisagés sont listés ci-dessous. Ces principes sont en cours de discussions avec la commune de Chelles, et pourront être amenés à évoluer :

- Rédaction du cahier des charges ;
- Restauration de la friche arbustive Intervention spécialisée (travaux de décapage, terrassement (travail sur la micro-topographie), dessouchage) ;
- Mise en décharge des matériaux excavés (y compris espèces exotiques envahissantes) ;
- Suivi des travaux par un écologue ;
- Suivi du site les deux années post-travaux pour évaluer le niveau de reprise de la végétation, travaux si nécessaire ;
- Gestion par coupe annuelle avec exportation des résidus de fauche ou gestion par écopâturage ;
- Création d'une petite mare et aménagement ;
- Création de sentier aménagé sur pilotis (300 m), largeur 1,50 m,pose d'un platelage bois imputrescible (caillebotis flottant articulé avec tunnels végétalisés) avec garde-corps ;
- Conception graphique des panneaux et signalétique ;
- Pose de panneaux avec support en bois ;
- Petits aménagements pour la faune : acquisition et pose de gîtes à chiroptères (2), nichoirs à oiseaux (4), hibernacula (2).

Plus-value fonctionnelle

Le diagnostic fonctionnel et l'évaluation de la plus-value fonctionnelle seront réalisés lors de suivis réguliers sur le site. Le protocole utilisé sera issu de la méthode nationale d'évaluation des zones humides de l'Onema (Gayet et al, juin 2016). La méthode identifie trois grandes fonctions interdépendantes, déclinées en sous-fonctions :

- les fonctions hydrologiques :
  - soutien naturel d'étiage*,
  - ralentissement des ruissellements,
  - recharge des nappes,
  - rétention des nutriments,
- les fonctions biogéochimiques :
  - dénitrification des nitrates,

- assimilation végétale de l'azote,
- adsorption, précipitation du phosphore,
- assimilation végétale des orthophosphates,
- séquestration du carbone,
- rétention des matières en suspension*,
- rétention/transformation des phytosanitaires*,

- les fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces :
  - support des habitats,
  - connexion des habitats.

** sous-fonctions non évaluées dans le cadre de la méthode ONEMA*

Pour apprécier la pertinence des sites proposés à la compensation et justifier la plus-value fonctionnelle, il est nécessaire d'évaluer la fonctionnalité du site avant la mise en place des mesures de compensation et la fonctionnalité du site post-travaux, selon un pas de temps adapté à l'expression des indicateurs. En effet, certains indicateurs pourront être évalués rapidement (richesse et diversité floristique de milieux ouverts,…) et d'autres plus longuement (séquestration du carbone,…).

12.6.3.3. Fonctionnalité du site

Le site proposé à la compensation appartient au système hydrogéomorphologique alluvial, c'est-à-dire qu'il est alimenté principalement par la nappe de la Marne et est en interaction avec elle. Il est également situé dans une dépression, en contrebas de coteaux boisés et du quartier urbanisé et aménagé de Périchelles. De ce fait, les écoulements convergent vers le site, notamment au niveau des fossés.

Plusieurs facteurs générateurs de perturbations ont été relevés. Les dysfonctionnements observés consistent en :

- Une forte artificialisation et imperméabilisation du milieu (urbanisation sur une grande surface du lit majeur de la Marne, réseaux d'eaux pluviales,…) qui constituent à la fois des obstacles à l'écoulement et à l'infiltration des eaux, et interfèrent sur les volumes de rechargement / déchargement de la nappe ;

- L'absence ou la quasi-absence de réseaux hydrographiques de surface, la plupart des écoulements étant canalisés ou interrompus. Ces aménagements réduisent les écoulements superficiels en direction de la zone humide;

- La présence de nombreux fossés, dont la capacité drainante est cependant limitée du fait de la localisation du site en dépression.

Ces aménagements influent directement sur l'approvisionnement en eau et agissent sur les niveaux et la qualité des masses d'eau souterraines. Ils ont ainsi un effet drainant et asséchant sur les zones humides, altérant les fonctions hydrologiques et biogéochimiques (rétention des ruissellements, recharge / décharge des nappes, rétention des sédiments, capacité épuratoire (transformation des nitrates et orthophosphates,…)).

De plus, les caractéristiques pédologiques montrent la présence de tourbe minéralisée sous-jacente, révélatrice de l'assèchement de la zone humide. Ce processus de minéralisation est à mettre en relation avec l'abaissement du niveau de la masse d'eau souterraine se traduisant par la mise en place de processus d'aérobiose. Ces modifications agissent directement sur les fonctions biogéochimiques et notamment la séquestration du carbone.

Par ailleurs, sur le plan biologique, ces milieux apparaissent isolés et fragmentés et de ce fait sont défavorables à l'accomplissement du cycle biologique de la plupart des espèces. Parmi les principaux dysfonctionnements, on peut citer :

- Une très faible diversité et richesse spécifique des espèces et des habitats, avec peu d'interactions entre les milieux. Cette faible diversité se manifeste sur le plan botanique où peu d'espèces caractéristiques de zones humides ont été relevées. Elle se manifeste également par une diversité spécifique faunistique assez faible ;

- Une présence d'obstacles et de barrières et l'absence de corridors écologiques continus, favorisant le cloisonnement et l'isolement de certains groupes d'espèces et de populations (milieux artificialisés,…) et ne permettant pas les échanges entre espèces,…) ;

- La mise en place de zones de dépôts et matériaux issus de remblais ou dépôts ;

- La présence d'espèces exotiques envahissantes.

Ces paramètres induisent ainsi des dysfonctionnements importants sur la zone humide, relictuelle et actuellement très peu fonctionnelle. Néanmoins, compte-tenu des conditions édaphiques et de l'affleurement de la nappe, le site possède un potentiel de restauration et de réhabilitation intéressant dans un contexte environnant urbain.

Le tableau ci-après récapitule de façon synthétique le diagnostic fonctionnel actuel et le diagnostic projeté selon un pas de temps permettant d'évaluer la plus-value fonctionnelle apportée par les mesures compensatoires.

Fonctions et sous-fonctions évaluées		Fonctionnalité du site avant mise en place des mesures de compensation (année 0 précédant les travaux)	Fonctionnalité du site après mise en place des mesures de compensation (année visée = 1 ans après les travaux)	Fonctionnalité du site après mise en place des mesures de compensation (année visée = 5 ans après les travaux)	Fonctionnalité du site après mise en place des mesures de compensation (année visée = 10 ans après les travaux),…
Fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces	Support des habitats	Faible	Moyenne	Moyenne à assez élevée	Moyenne à assez élevée
	Connexion des habitats	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Fonctions hydrologiques	Ralentissement des ruissellements	Faible à moyenne	Faible à moyenne	Moyenne	Moyenne
	Recharge des nappes	Moyenne	Moyenne	Assez élevée	Assez élevée
	Rétention des nutriments	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Fonctions biogéochimiques	Dénitrification des nitrates	Faible	Faible à moyenne	Moyenne	Moyenne
	Assimilation végétale de l'azote	Moyenne	Moyenne	Assez élevée	Assez élevée
	Adsorption, précipitation du phosphore	Moyenne	Moyenne	Assez élevée	Assez élevée
	Assimilation végétale des orthophosphates	Moyenne	Moyenne	Assez élevée	Assez élevée
	Séquestration du carbone	Faible à moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne à assez élevée

Évaluation de la fonctionnalité du site de compensation (état initial et projeté)

12.6.3.4. Mesures de suivi post-travaux

Des suivis seront effectués les deux années post-travaux pour évaluer le niveau de reprise de la végétation et intervenir si nécessaire.

Un état de référence du site sera établi l'année suivant les travaux. Des relevés botaniques, pédologiques et l'évaluation de la fonctionnalité des milieux seront effectués, avec définition d'indicateurs. Il pourra être issu de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides.

Un suivi tous les 2 ans pendant 4 ans l'année suivant les travaux, puis tous les 5 ans jusqu'à la trentième année de suivi permettra de s'assurer de l'efficience de la mesure compensatoire et de la pérennité de la mesure.

Un suivi de la faune (comptage, suivi des effectifs, analyse de l'état de conservation) et des petits aménagements sera mis en place afin de vérifier l'efficacité des mesures t, 3 fois par an (tous les 2 ans les premières années, tous les 5 ans ensuite)

Chaque année de suivi conduira à la production d'une fiche de suivi avec cartographie et d'un rendu à la DRIEE. Les données de suivi (données SIG et métadonnées) seront fournies à la DRIEE, dans le but de les intégrer au SIE (Système d'Information sur l'Eau) gérées actuellement par l'Onema.

Suite à ces suivis, des mesures de correction pourront être apportées en concertation l'organisme en charge de la gestion et les services de la DRIEE.

12.6.3.5. Organisme pressenti pour la gestion et le suivi

Le parcellaire visé appartient à la commune de Chelles. Un accord de principe a été réalisé en juillet 2016 entre la municipalité et la Société du Grand Paris. Une convention de gestion bipartite sera établie courant été 2016 afin de définir précisément les modalités d'intervention et de gestion sur ce site. Elle offrira toutes les garanties pour mener à bien une gestion optimale et à long terme de cet espace.

Le plan de gestion pluriannuel du terrain sera établi la Société du Grand Paris. Ce document de planification pourra constituer le tableau de bord du site, définir les objectifs à court, moyen et long terme, ainsi que les mesures de gestions adaptées pour les atteindre. Un programme de gestion, qui identifie les moyens et besoins financiers des actions envisagées, sera établi sur une durée de 30 ans.

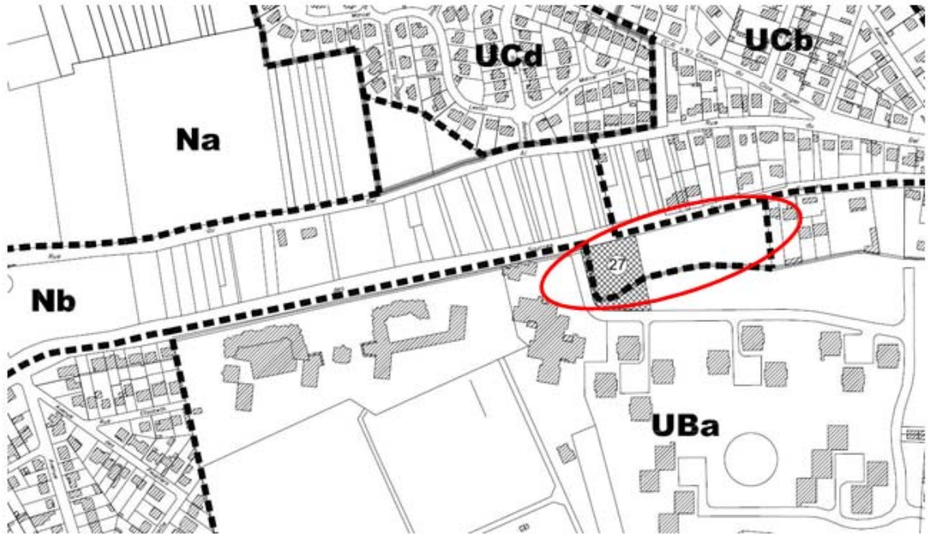
12.6.3.6. Pérennité de la mesure

Le site s'inscrit dans une zone Nb du Plan Local d'Urbanisme de la commune de Chelles approuvé le 18 janvier 2008. Le PLU en cours de révision identifie reprend également ce zonage.

La zone N est une zone naturelle de protection paysagère, soit pour la qualité des sites, soit pour objectifs d'aménagement, d'espace paysager et de loisirs. Le sous-secteur Nb désigne un secteur à dominante récréative, d'espace vert ouvert.

La compensation de zone humide proposée sur ce site apparaît donc compatible avec la vocation juridique des sols du secteur Nb. Ce zonage assure une pérennité de la mesure de compensation dans le cadre du PLU.

Il convient de noter que l'emplacement réservé n°27 n'est pas concerné par le projet de compensation.



Extrait du plan de zonage du PLU et emplacement du site de compensation (Plan Local d'Urbanisme Chelles)

12.6.3.7. Planning de travaux

Les travaux relatifs à la mise en œuvre des mesures de compensation pourront débuter à l'automne 2017 en conformité avec les arrêtés qui seront délivrés. Les périodes d'intervention seront choisies en respectant le cycle biologique des espèces.

La Société du Grand Paris et la mairie de Chelles s'accorderont sur un calendrier d'intervention tenant compte des paramètres biologiques des espèces animales et végétales, et des contraintes administratives liées à la réalisation de ce type de travaux (autorisation, planning de gestion…).

Phases	Dates
Réalisation des documents d'exécution (AVP, PRO)	Fin 2016
Signature de la convention	Premier semestre 2017
Création des milieux	À partir de l'automne 2017
Suivi des milieux	2018 à 2048

Planning de réalisation des travaux

Ce planning sera détaillé et précisé lors des prochaines phases d'étude.

Précautions lors des travaux

Lors des travaux d'entretien ou d'aménagement, il s'agira d'éviter les périodes sensibles pour la faune, notamment les périodes de reproduction et de colonisation des sites.

12.6.3.8. Conclusion sur la compensation des zones humides

L'application et le suivi sur le long terme de cette surface de compensation permettra ainsi au projet de présenter un impact résiduel nul sur les zones humides.

L'amélioration de l'état de la zone humide aujourd'hui dégradée et vouée à recevoir le projet de compensation sur une surface légèrement supérieure à la surface impactée par le projet permet aussi d'évaluer cet impact comme étant à terme un impact positif.

Il répond en outre à un objectif du SAGE Marne Confluence et du SDAGE Seine-Normandie visant à restaurer les fonctionnalités des milieux humides et des cours d'eau et notamment les deux axes suivants :

- La reconquête écologique des cours d'eau et des zones humides ;
- La protection et la restauration des continuités écologiques et des zones humides dans le territoire et son aménagement.

12.6.4. Accord de principe de la commune de Chelles

La Société du Grand Paris a engagé une concertation auprès de la commune de Chelles, en vue de la réalisation de la compensation pour les zones humides sur le site du Bois Madame.

Le courrier ci-contre illustre l'accord de principe de la commune de Chelles concernant la mise en œuvre de mesures compensatoires pour les zones humides sur le territoire communal.

La Société du Grand Paris s'engage à transmettre au service de la Police de l'Eau la convention signée avec la commune de Chelles, dès sa signature.

VILLE DE CHELLES

Monsieur François-Xavier BINVEL
Adjoint Chargé de l'Urbanisme, de l'Aménagement du Territoire, des Espaces Verts, de l'Environnement et des Transports

Affaire suivie par Bruno Morleo – 01 64 72 65 76 – b.morleo@chelles.fr
Chargé de Mission Développement Durable - Direction Générale Adjointe du Cadre de Vie

Chelles, le 11 juillet 2016

Société du Grand Paris
30 Avenue des Fruitiers
93200 Saint-Denis

Objet : Accord de principe concernant la mise en œuvre de mesures compensatoires écologiques prévues dans le cadre des Lignes 16, 17 Sud, 14 Nord du Grand Paris Express

Monsieur le Président,

Par courrier en date du 11 juillet 2016, vous sollicitez de ma part un accord de principe concernant la mise en œuvre, sur le territoire de la commune de Chelles, de mesures compensatoires écologiques requises au titre du code de l'environnement dans le cadre de la construction des Lignes 16, 17 Sud, 14 Nord du réseau Grand Paris Express entre Noisy-Champs et Saint-Denis Pleyel.

Il s'agit de compenser l'impact résiduel de ce projet sur deux zones humides situées sur la commune de Chelles, sur le secteur du Mont Guichet, du fait des futurs ouvrages référencés 0603P et 0604P.

Les mesures compensatoires proposées consistent à restaurer des zones humides au lieu-dit « La Noue Brossard ». Ce projet m'apparaît conforme aux objectifs d'aménagement et de gestion de la ville de Chelles pour ce secteur, le détail de ces mesures restant à préciser. Il peut apporter une plus-value en termes de biodiversité et de continuités écologiques, comme le prévoit le plan local d'urbanisme (PLU) en cours de révision.

Ainsi, je vous confirme l'accord de principe de la commune de Chelles concernant ces mesures compensatoires, sous réserve de la validation des services de l'Etat.

Il restera donc ensuite à finaliser en lien étroit avec les services de la commune de Chelles, la localisation précise des mesures, les modalités de travaux de restauration à entreprendre et d'intervention à plus long terme (gestion des milieux, suivis naturalistes). La commune de Chelles sera vigilante quant à la bonne articulation de ces mesures avec les objectifs à court et long termes fixés pour ce territoire.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes meilleures salutations.

François-Xavier BINVEL,
10ème Adjoint Chargé de l'Urbanisme, de l'Aménagement du Territoire, des Espaces Verts, de l'Environnement et des Transports

Copie : M. KLEIN, Directeur général des services, M BONNOT DGA Cadre de Vie, M. VOIRON, Directeur de l'Environnement M. BOUCHEZ, Directeur de l'Aménagement et de l'Urbanisme

Mairie de Chelles
| Parc du Souvenir Émile Fouchard | 77505 Chelles cedex |
| Tél. : 01 64 72 84 84 | www.chelles.fr |

12.7. Mesures de suivi et d'accompagnement

12.7.1. Suivi écologique des sites de zones humides

Le suivi écologique des sites de zones humides s'inscrit dans la mesure de suivi écologique en phase chantier par un écologue, présenté au chapitre 9 relatif aux habitats naturels, la faune et la flore.

Pour rappel, ce suivi écologique s'articulera entre le Maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et le « coordinateur environnement » de l'entreprise de travaux.

Au sein des entreprises de travaux, une personne compétente dans les domaines de l'environnement (« coordinateur environnement ») devra s'assurer au quotidien de la mise en place et du respect des mesures de réduction sur le terrain. Il devra rapporter chaque jour le déroulement et le respect des mesures sur le chantier, les problèmes rencontrés le cas échéant. Il sera secondé par un écologue, en charge du suivi des sites sensibles, de la mise en place des mesures de réduction et d'accompagnement édictées pour le projet et qui interviendra selon les besoins des différents sites.

Le chantier sera inspecté régulièrement par le coordinateur environnement, qui devra s'assurer de la bonne mise en place des mesures de réduction et en référer au Maître d'ouvrage. Il participera aux réunions chantier, pour apporter sa compétence lors des modifications des travaux, par rapport aux enjeux écologiques, aux rabattements de nappes proposées, aux périodes d'intervention…

Le coordinateur environnement assurera des formations et animera si besoin des réunions d'information avec les différents partenaires, et se rendra sur le terrain, à une fréquence à déterminer avec le Maître d'ouvrage, pour s'assurer du bon déroulement du chantier.

Des réunions d'information seront prévues au début de la phase de travaux afin de présenter et de localiser les mesures de précautions et de réductions spécifiques pour la faune et la flore aux différentes équipes amenées à intervenir sur le chantier.

12.7.2. Mesures d'accompagnement

12.7.2.1. Dispositif de veille écologique au droit des sites de travaux

Cette mesure consiste à accompagner et contrôler la réhabilitation des milieux dans le temps. L'évolution est mesurée par rapport à un état initial (avant travaux), après travaux, puis à des pas de temps à définir en fonction des dynamiques naturelles des différents milieux.

Ce dispositif sera établi sous la forme d'un protocole de suivi détaillant les indicateurs choisis et les modalités d'analyse qui permettront d'attester de l'évolution du site.

12.7.2.2. Faciliter la reconquête des milieux au droit des sites de compensation

Afin de faciliter la reconquête des milieux restaurés ou créés, des protections amovibles permettant de limiter temporairement les agressions extérieures (piétinements, arrachages, destruction, etc.) seront mises en place.

12.7.2.3. Sensibilisation et communication au droit des sites de compensation

Une des solutions privilégiées pour permettre une bonne reconquête des milieux reconstitués consiste à informer et sensibiliser efficacement les promeneurs et habitants sur les enjeux d'un tel projet. L'information sur la nécessité de respecter les aménagements qui ont été mis en œuvre sur le site est primordiale. La pose de panneaux explicatifs est la solution proposée.

12.8. Synthèse des impacts et mesures associées relative aux zones humides

Hiérarchisation des impacts	Impact négligeable	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation		Impact temporaire, direct ou indirect, sur une zone humide, sans dégradation de la fonctionnalité / état de conservation	Impact permanent, direct ou indirect – sans dégradation de la fonctionnalité / état de conservation	Impact temporaire ou permanent– avec dégradation de la fonctionnalité / état de conservation

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut		Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Pas de zone humide avérée recensée dans les secteurs d'aménagement des ouvrages de ce secteur					
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil						
0604P (Allée de la noue Brossard à Chelles)	Zone humide définie selon le critère « pédologie » Fonctionnalité altérée et très réduire	Un risque d'altération des habitats humides lié aux envols et dépôts de poussière ; Un risque de pollution accidentelle lié à la présence d'engins de chantier; Un risque de compactage et déstructuration du sol lors du passage d'engins de chantier ; L'altération des milieux et de leurs fonctionnalités durant le chantier et en phase d'exploitation ; Un risque de mortalité de la faune inféodée à ces milieux ; Un risque de dérangement de la faune terrestre durant le chantier.	Emprise de 1196 m² en phase chantier	Adapter le calendrier des travaux ; Balisage des habitats humides ; Mise en défens des zones sensibles à proximité ; Limiter le dérangement de la faune ; Rendre la zone de travaux non attractive ; Réalisation de caches de substitution pour la petite faune ; Solutions temporaires, de renforcement de piste ; Limiter la dissémination des espèces exotiques envahissantes ; Précautions en vue de la limitation des pollutions ; Gestion des déchets ; Limitation des nuisances sonores et lumineuses ; Remise en état du milieu.	Destruction définitive de 1 196 m² de zone humide	Compensation surfacique et fonctionnelle de 2 080,5 m² m² à 2 176 m² de zones humides pour compenser la destruction de 1 387 m² de zones humides Site proposé : restauration de zone humide du boisement de Bois Madame à Chelles
0603P (Chemin de la Peau Grasse à Chelle)	Zone humide définie selon le critère « pédologie » Fonctionnalité très réduite, milieu relictuel		Emprise de 191 m² en phase chantier		Destruction définitive de 191 m² de zone humide	
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Pas de zone humide avérée recensée dans les secteurs d'aménagement des ouvrages de ce secteur					
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Pas de zone humide avérée recensée dans les secteurs d'aménagement des ouvrages de ce secteur					
Secteur La Courneuve « Six Routes »/ Saint-Denis Pleyel	Pas de zone humide avérée recensée dans les secteurs d'aménagement des ouvrages de ce secteur					

13. Agriculture et pédologie

13.1. Impacts et mesures concernant le milieu agricole

Globalement, le territoire traversé par le fuseau d'étude du projet est dominé par un contexte urbain et péri-urbain, où l'agriculture est très peu présente. Deux secteurs à vocation agricole ont été identifiés dans l'état initial :

- L'un situé au droit du secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe 0220P (Ancien site PSA) sur la commune de Gonesse ;
- L'autre situé au niveau du secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe 0603P (Chemin de la Peau Grasse), sur la commune de Chelles.

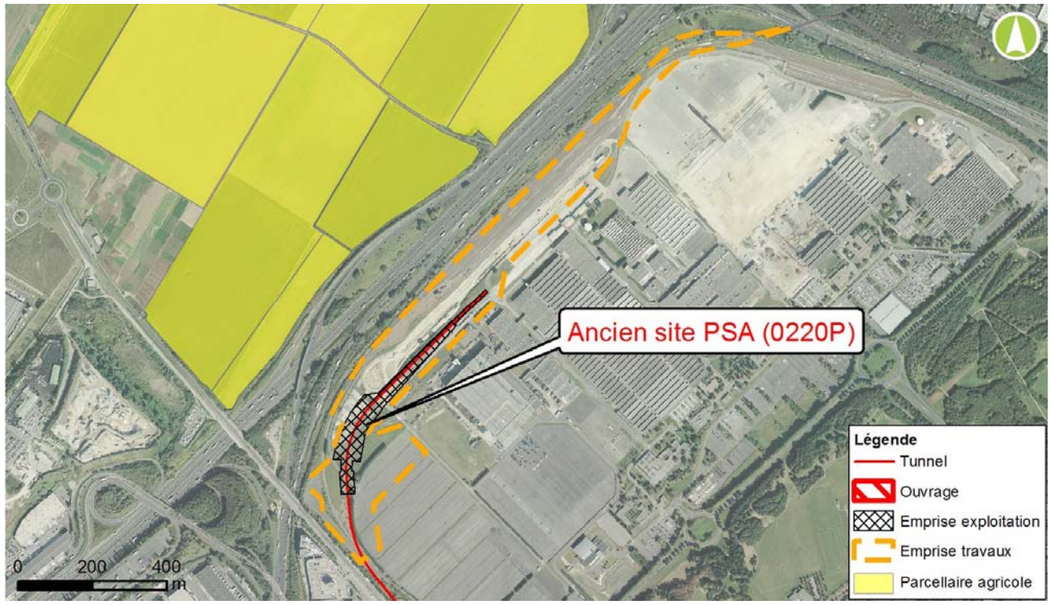
13.1.1. Impacts et mesures en phase chantier

13.1.1.1. Impacts en phase chantier

La mise en œuvre du projet étant essentiellement souterraine, l'effet d'emprise est réduit aux zones de chantier.

Ouvrage annexe 0220P (Ancien site PSA)

La zone chantier située au niveau de l'ancien site PSA (OA 0220P) n'est pas sur un site agricole, ni en interaction directe ou indirecte avec la zone agricole de la plaine de Gonesse.



Emprise chantier Ancien site PSA ouvrage 0220P

Au vu de la distance entre les zones de culture et le site d'implantation des ouvrages émergents, **le projet ne présente aucun impact sur l'agriculture**. Les infrastructures routières entre ces deux zones renforcent l'effet de coupure. Signalons de plus, que cette zone agricole est vouée à un projet d'aménagement économique dénommé le Triangle de Gonesse.

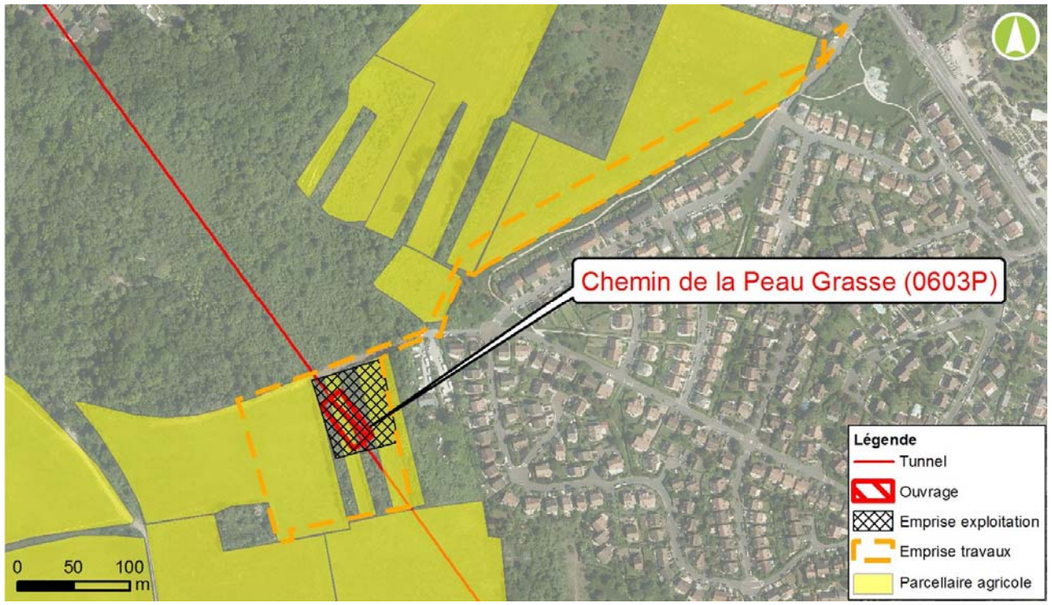
Ouvrage annexe 0603P (Chemin de la Peau Grasse)

En phase chantier, l'ouvrage doit permettre l'évacuation des déblais et l'approvisionnement du tunnelier T8. Aussi, l'emprise nécessaire est bien supérieure à la stricte surface de l'ouvrage annexe à réaliser : les installations de chantier s'étendent au sud du Chemin de la Peau Grasse.

L'accès de chantier pour la réalisation de l'ouvrage est indissociable de celui envisagé pour le transport des déblais par une évacuation routière. Pour éviter la traversée du lotissement du Clos Roger et le trafic routier entre le chemin de la Peau grasse et la route de Montfermeil (D224), une piste de chantier temporaire sera créée au nord de la rue Edouard Manet afin de récupérer directement la route de Montfermeil. Un merlon sera implanté le long de cette piste pour l'isoler de ce lotissement, tant d'un point de vue visuel que phonique.

La surface totale de cette emprise chantier (terrain + piste temporaire) est de 26 303 m^2 dont 19 866 m^2 en surface agricole (MOS). C'est la seule emprise sur terre agricole en phase chantier pour l'ensemble du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord. Localisée en position périphérique de l'îlot agricole, elle représente 3,42% des 58 ha la surface totale de cet ilot. Compte-tenu de la superficie impactée et de l'absence de fragmentation de l'îlot agricole, **l'impact du projet sur l'agriculture en phase chantier apparaît faible**.

Au regard de la composante écologique du site, les impacts sur le site du Montguichet sont traités dans le volet « faune-flore-milieux naturels ».



Emprises chantier et exploitation impactant le parcellaire agricole ouvrage 0603P

13.1.1.2. Mesures en phase chantier

Les emprises pour les travaux de l'OA 0603P-Chemin de la Peau Grasse ont été **limitées** au strict nécessaire, afin de réduire les dommages aux zones agricoles et d'éviter création de délaissés.

Des indemnités d'occupation temporaire et de perte de récolte seront versées aux exploitants de des terrains agricoles sous emprise travaux.

13.1.2. Impacts et mesures en phase exploitation

13.1.2.1. Impacts en phase exploitation

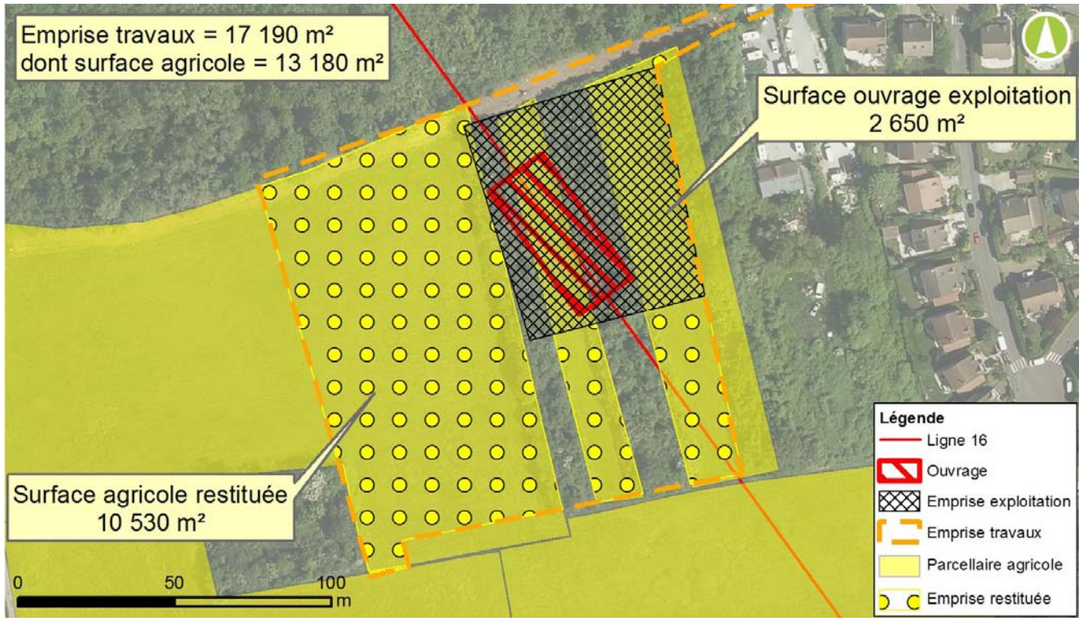
Ouvrage annexe 0220P (Ancien site PSA)

Cet ouvrage est implanté sur l'ancien site industriel PSA et n'induit **aucun impact sur l'agriculture**.

Ouvrage annexe 0603P (Chemin de la Peau Grasse)

Le projet s'inscrit dans un contexte urbanisé où l'agriculture n'est que faiblement représentée.

L'ouvrage annexe 0603P - Chemin de la Peau Grasse est implanté en périphérie de l'îlot agricole, sans effet de fragmentation de cet espace. La configuration définitive du puits permet de restituer un maximum de terrain agricole comme illustré sur la figure ci-dessous.



Plan après travaux : emprise restituée à l'activité agricole et emprise définitive de l'ouvrage annexe 0603P

Après la fin des travaux, seulement 2 650 m^2 de surface agricole seront soustraits définitivement à l'activité agricole du secteur et affectés à l'exploitation de l'ouvrage annexe. Pendant la phase d'exploitation, hormis l'effet permanent de l'emprise résiduelle de l'OA 0603P, aucun effet sur l'agriculture n'est ainsi envisagé. Cette emprise résiduelle représente 0,46% de la surface totale de l'ilot agricole, sans effet de fragmentation de l'espace agricole ; **l'impact sur l'agriculture en phase exploitation est faible.**

13.1.2.2. Mesures en phase exploitation

La **démarche d'évitement** mise en œuvre lors de la définition du projet a permis l'évitement des zones d'enjeux agricoles pour le choix du tracé et les implantations des gares et ouvrages annexes.

Les emprises de l'OA 0603P-Chemin de la Peau Grasse ont été **réduites** au strict nécessaire, en fonction des contraintes techniques d'exploitation de l'ouvrage (notamment accès des services de secours), afin de limiter le prélèvement d'espace agricole.

En phase exploitation, aucune mesure de réduction d'impact ou de compensation n'est nécessaire dans le cadre du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord. En effet au regard de la très faible superficie soustraite à l'agriculture (2 650 m^2), la mise en œuvre d'un aménagement foncier agricole et forestier n'est pas pertinente.

13.2. Impacts et mesures sur les sols - Pédologie

Le projet n'a d'impact sur les sols que dans les zones où il interfère avec la surface du sol. Seules les émergences sont donc concernées. La réalisation du projet engendre la disparition des sols en place au droit des ouvrages émergents et un fort remaniement au droit des zones de travaux.

Sur la base de l'état initial réalisé, **l'impact est cependant faible à nul** compte tenu de la nature des sols concernés :

- Les sondages géologiques ont montré que les remblais sont présents en première strate de sous-sol sur la quasi-totalité du tracé : les sols actuels sont donc issus des phases de remblaiement ;
- Les sols artificialisés sont également très présents : ces sols sont, soit imperméabilisés (voirie, bâti), soit issus d'aménagement d'espaces verts ;
- Les sols naturels identifiés à l'échelle des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sont réduits au secteur de la gare de Chelles et OA701P, OA 702P ,OA0604P et OA603P pour des sols limoneux-argileux et la gare de Montfermeil et OA504P pour des sols limoneux localement humides.

En l'absence d'impact négatif notable, les mesures mises en œuvre sont de fait très réduites : le projet prévoit le réaménagement de certains espaces verts, en particulier au droit des ouvrages annexes dont l'emplacement est initialement un espace vert. Ce réaménagement ne comporte pas de reconstitution de sol à l'identique car cette opération est impossible, un sol se développant sur plusieurs milliers d'années.

13.3. Synthèse des impacts et des mesures au niveau du projet

Un seul ouvrage annexe est prévu en zone agricole au nord de la commune de Chelles : OA 0603P – Chemin de la Peau Grasse. L'impact en phase travaux porte sur une emprise d'environ 1,71 ha ; en phase exploitation, l'impact résiduel représente une emprise sur l'agriculture de 0,26 ha.

L'impact sur ces terrains agricoles est considéré comme faible au vu des surfaces impactées.

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Pas de parcelle agricole dans le secteur concerné.	Aucun impact	Aucune mesure	Aucun impact	Sans objet
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Présence de quelques parcelles agricoles en majorité en jachère (site de l'OA 0603P - Chemin de la Peau Grasse à Chelles).	Emprise foncière : Phase chantier : 2,14 ha Phase exploitation : 0,26 ha Perte d'exploitation	Indemnisation pour occupation temporaire et perte de récolte Restitution au maximum du parcellaire agricole après la phase travaux	Emprise résiduelle permanente de 0,26 ha en phase exploitation, dédiée à l'ouvrage annexe	Sans objet
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Pas de parcelle agricole dans le secteur concerné	Aucun impact	Aucune mesure	Aucun impact	Sans objet
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Pas de parcelle agricole dans le secteur concerné sauf sur Gonesse (parcelle agricole en partie gelée)	Aucun impact	Aucune mesure	Aucun impact	Sans objet
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Pas de parcelle agricole dans le secteur concerné	Aucun impact	Aucune mesure	Aucun impact	Sans objet

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Absence d'agriculture ou de potentiel agronomique	Prélèvement inférieur à 5% de la surface de l'îlot agricole et sans fragmentation de l'espace agricole	Prélèvement compris entre 5% et 10% de la surface de l'îlot agricole et sans fragmentation de l'espace agricole	Prélèvement supérieur à 10% de la surface de l'îlot agricole et avec fragmentation de l'espace agricole

14. Paysage, patrimoine architectural et archéologie

14.1. Généralités sur les impacts et mesures concernant le paysage, patrimoine architectural et archéologie

Cette partie traite des impacts et mesures concernant le paysage et le patrimoine protégé à l'échelle du tracé des Lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) du Grand Paris Express, ci-après dénommées lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

Dans un premier temps, l'analyse traite des impacts prévisibles du projet sur les sites classés et inscrits, les monuments historiques classés et inscrits et leur servitude de protection (périmètre de protection de 500 m, périmètre de protection modifié, périmètre de protection adapté). Pour mémoire, aucune AMVAP/ZPPAUP ou secteur sauvegardé n'est recensé dans le fuseau d'étude.

Ces sites et monuments s'inscrivent également dans un paysage (un territoire perçu par un observateurs par le biais de ses filtres culturaux et sociaux) qu'ils participent à forger. L'analyse des impacts d'un projet sur le paysage passe par l'analyse des modifications éventuelles du territoire (effets visuels, modifications de son fonctionnement) ainsi que par l'analyse des modifications de perception de ce territoire. Dans un second temps, l'analyse des impacts du projet sur le paysage intègre donc l'ampleur des modifications et la cohérence de celle-ci par rapport à la structure et la composition du paysage, mais également par rapport à une perception partagée du territoire.

Enfin, cette partie traite des impacts sur une autre partie du patrimoine culturel protégé éventuellement impacté par le projet et non visible dans le paysage : les vestiges archéologiques.

Considérant que l'ensemble du linéaire des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est prévu en souterrain et réalisé en tunnelier, l'évaluation des effets prévisibles du projet sur le paysage et le patrimoine protégé concernera principalement des éléments ponctuels et visibles en surface de l'infrastructure. Ils seront de deux types :

- Les émergences aériennes pérennes liées à l'exploitation du réseau :
  - Les gares ;
  - Les ouvrages annexes (puits de ventilation et accès pompiers).
- Les installations temporaires liées à la phase travaux (puits d'entrées et de sortie des tunneliers, emprises travaux, bases vie, stockage de matériaux, circulation d'engins).

Cette évaluation traduira l'impact de ces éléments ponctuels sur la nature et la configuration des sites, monuments, éléments de paysage et vestiges concernés : contexte (urbain ou naturel), topographie, dégagements visuels, pérennité des éléments protégés…

14.2. Impacts et mesures concernant le patrimoine culturel protégé

14.2.1. Impacts et mesures sur les sites inscrits et classés

L'impact sur l'intégrité des sites classés et inscrits est dans un premier temps étudiés si des travaux sont situés à l'intérieur des périmètres protégés. La réglementation prévoit que les modifications de l'état des lieux soient exceptionnelles et soumises à autorisation spéciale et, pour les seconds, soumises à déclaration auprès de l'Architecte des Bâtiments de France (ABF). Lorsque le projet est proche et hors des périmètres de protection, l'impact est analysé à l'échelle du paysage dans lequel s'inscrit ces sites (cf. chapitre suivant).

Le niveau d'impact du projet est apprécié en fonction de l'ampleur des effets du projet par rapport aux caractéristiques du site et mises en perspectives avec les critères ayant prévalus lors de la protection du site et les qualités intrinsèques des sites.

Nom du site protégé	Impacts prévisibles
Clichy-sous-Bois	
Site inscrit : Mairie et parc	Nuls Pas d'intervention prévue à l'intérieur du périmètre du site.

Évaluation des impacts du projet sur les sites protégés

A noté que le site classé du Parc forestier de Sevran et de ses abords (commune de Sevran) se trouve proche mais n'intercepte pas le fuseau d'étude. Les impacts potentiels seront traités dans la partie concernant le grand paysage.

En conclusion, aucun ouvrage ou travaux de nature à modifier l'état des lieux ne sont prévus dans les périmètres des sites. Le projet n'a donc aucun impact sur l'intégrité patrimoniale de ces sites.

14.2.2. Impacts et mesures sur les monuments historiques

Le projet fait potentiellement peser deux types de menaces sur les monuments historiques :

- Des effets sur l'immeuble protégé, ils peuvent être de deux types :
  - Le projet en lui-même qui pourrait détruire ou modifier tout ou partie le monument. Cela dans les cas où le principe d'évitement n'a pu être appliqué sur des secteurs très contraints ;
  - Les phases travaux et exploitation vont générer des vibrations pouvant déstabiliser certains édifices proches des tunnels. L'évaluation des incidences liées aux vibrations sur l'ensemble du bâti existant (y compris les monuments historiques) faisant l'objet d'une étude spécifique présentée dans le chapitre IV relatif au sous-sol, ce chapitre ne traitera pas cet aspect en particulier ;
- Des effets visuels portant atteinte à l'identité des édifices protégés : modification des perspectives, génération de co-visibilités défavorables, changement de l'identité visuelle

par l'introduction d'éléments de vocabulaire, de volume, d'époque... différents de l'état actuel.

14.2.2.1. Monuments historiques directement impactés

Aucun monument historique inscrit ou classé n'est directement concerné par le projet, seuls des effets sur les périmètres de protection sont susceptibles d'opérer.

14.2.2.2. Périmètres de protections des monuments historiques impactés

Les installations nécessaires à la phase travaux seront à l'origine d'impacts visuels temporaires. On parle ici des emprises chantier, bases vie de chantier, stockage de matériaux, passages d'engins, travaux de déblais/remblais, etc... Il pourra également s'agir d'impacts permanents (abattage d'arbres, défrichement, suppression de bâtiments, etc.). Les émergences aériennes seront, quant à elles, à l'origine d'impacts visuels permanents. Il s'agira des gares et ouvrages annexes mais aussi de leurs abords.

Huit périmètres de protection de monument historique sont susceptibles d'être altérés visuellement par le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord. Pour chaque monument dont le périmètre de protection intercepte un élément de superstructure du projet (gare, ouvrage, travaux, tranchée couverte, etc.), la potentialité de relations visuelles est mesurée.

Monument historique	Statut	Impacts prévisibles
Gournay-sur-Marne		
Ancien Château	Inscrit	Un ouvrage annexe et la zone de travaux associée sont prévus dans le périmètre du monument protégé
Chelles		
Monument dit de Chilpéric (restes)	Classé	La gare de Chelles, un ouvrage annexe et les zones de travaux associées sont prévus dans le périmètre du monument protégé
Ancienne abbaye royale (vestiges)	Classé (partiellement)	La gare de Chelles, un ouvrage annexe et les zones de travaux associées sont prévus dans le périmètre du monument protégé
Montfermeil		
Château des Cèdres	Inscrit (partiellement)	Un ouvrage annexe et la zone de travaux associée sont prévus dans le périmètre du monument protégé
Maison Bourlon (ancienne) ou Petit Château	Inscrit (partiellement)	Un ouvrage annexe et la zone de travaux associée sont prévus dans le périmètre et en limite du monument protégé
Maison (23 rue de l'Église)	Inscrit (partiellement)	Un ouvrage annexe et la zone de travaux associée sont prévus dans le périmètre et en limite du monument protégé
Clichy-sous-Bois		
Ancien château (actuelle mairie) et ancienne orangerie (actuelle salle des fêtes)	Inscrit (partiellement)	Un ouvrage annexe et deux zones de travaux associés sont prévus dans le périmètre du monument protégé Effets visuels faibles (Sensibilité forte)
Saint-Ouen		
Église du Vieux-Saint-Ouen	Inscrit	Un ouvrage annexe et la zone de travaux associée sont inclus dans le périmètre du monument protégé Effets visuels nuls (Sensibilité modérée)

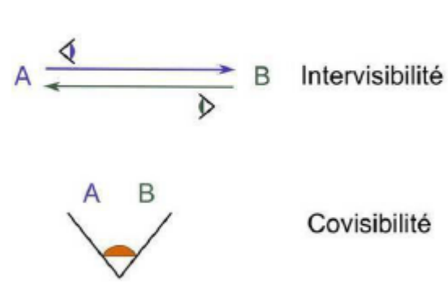
Périmètres des monuments historiques impactés par le projet et les zones de travaux

Dans les cas où des interventions sont prévues dans les périmètres de protection des monuments historiques classés (servitudes d'utilité publique), il sera nécessaire d'obtenir l'accord de l'Architecte des Bâtiments de France. Dans les périmètres de monument historique inscrit, il sera associé à la réflexion sur le réaménagement de l'espace public.

14.2.2.3. Impacts et mesures sur les monuments historiques ayant des relations visuelles avec le projet

La réglementation sur les monuments historiques encadre la modification des abords des monuments protégés, afin de préserver leur environnement proche. Cela peut concerner la qualité architecturale, la composition urbaine dans laquelle s'inscrit le monument, des perspectives monumentales…

Il est donc nécessaire d'évaluer les impacts du projet dans le périmètre de protection des monuments historiques prévu par la réglementation dans l'article L.631-30 du code du Patrimoine (distance de 500 m autour de l'immeuble protégé, périmètre de protection modifié ou périmètre de protection adapté). Ces impacts pourront être issus de deux types de relations visuelles qui seront distinguées : le projet (l'ouvrage) est visible depuis le monument et réciproquement (intervisibilité) ou le monument et le projet sont visibles simultanément depuis le lieu précis (covisibilité).



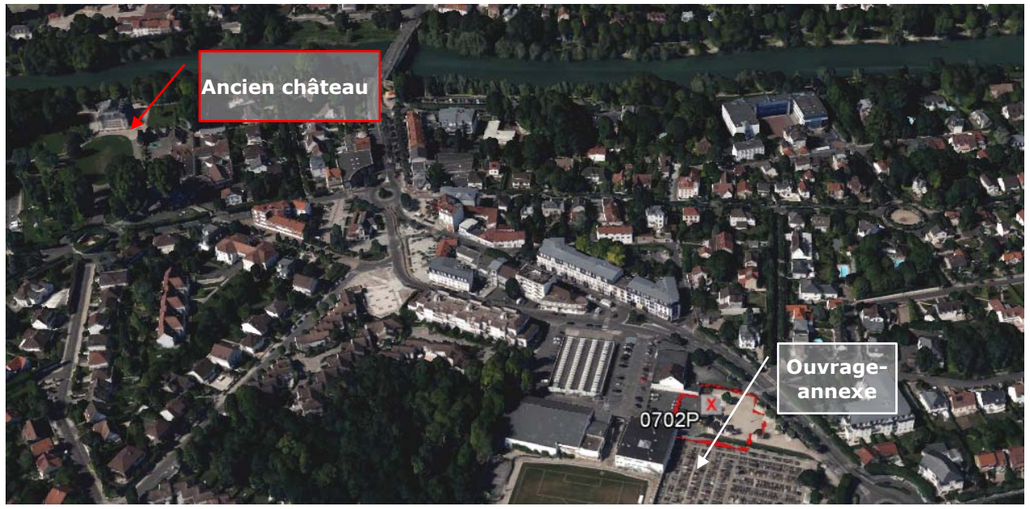
Pour évaluer ces relations visuelles, il convient en premier lieu d'analyser la potentialité au moyen d'une pré-analyse cartographique. Cette première analyse a permis de faire apparaître que certaines gares et quelques autres émergences du réseau sont situées dans des périmètres de protection de monuments historiques touchés par le fuseau. Toutefois, les particularités topographiques de terrain ainsi que les éléments existants non cartographiés des sites à étudier rendent difficile l'appréciation des possibilités réelles de relations visuelles. Cette première approche a donc a été complétée d'une analyse formelle de terrain in situ.

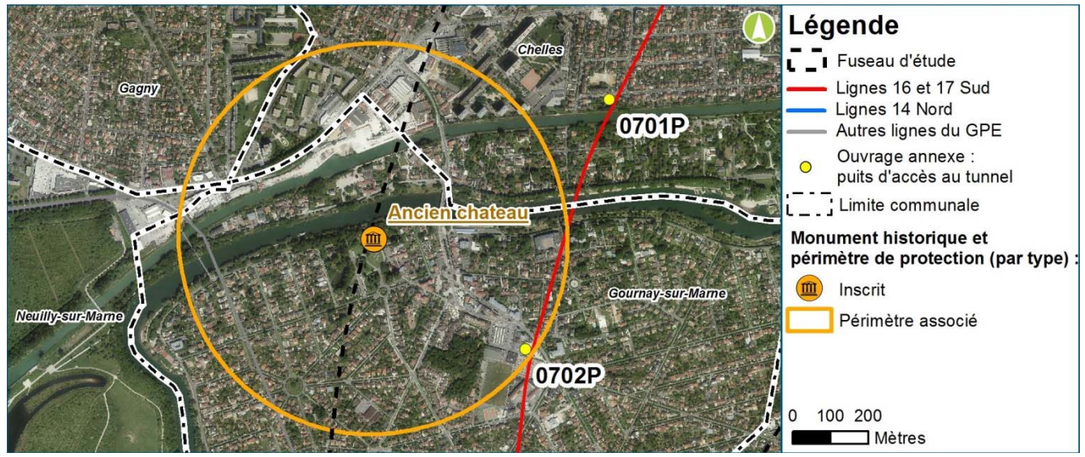
Pour chaque monument dont le périmètre de protection intercepte un élément émergeant du projet (gare, ouvrage…) ou une zone de travaux associée, la potentialité de relations visuelles est mesurée selon un degré de perception forte, moyenne, faible ou inexistante qui concerne aussi bien l'intervisibilité que la co-visibilité.

En phase exploitation et compte tenu du fait que le projet sera souterrain, les éléments pouvant porter atteinte à la monumentalité ou à l'identité des éléments du patrimoine protégé au titre des monuments historiques en intervenant dans leur champ de visibilité sont localisés au niveau des émergences aériennes du réseau (gares, puits, etc.). Leurs impacts, liés à la phase exploitation, seront principalement pérennes.

Les fiches suivantes reprennent la liste des monuments historiques concernés par le tronçon du sud vers le nord et permets de préciser l'importance des relations visuelles entre les monuments et les éléments du projet.

Ancien château de Gournay (0702P)





Covisibilités et intervisibilités

Aucune

Caractérisation de la relation visuelle

Le bâti dense entre l'ouvrage et le château créent un masque visuel renforcé par la distance les séparant (500 m environ).

Monument dit de Chilpéric et Ancienne abbaye royale de Chelles (Gare de Chelles et 0605P)

Covisibilités et intervisibilités

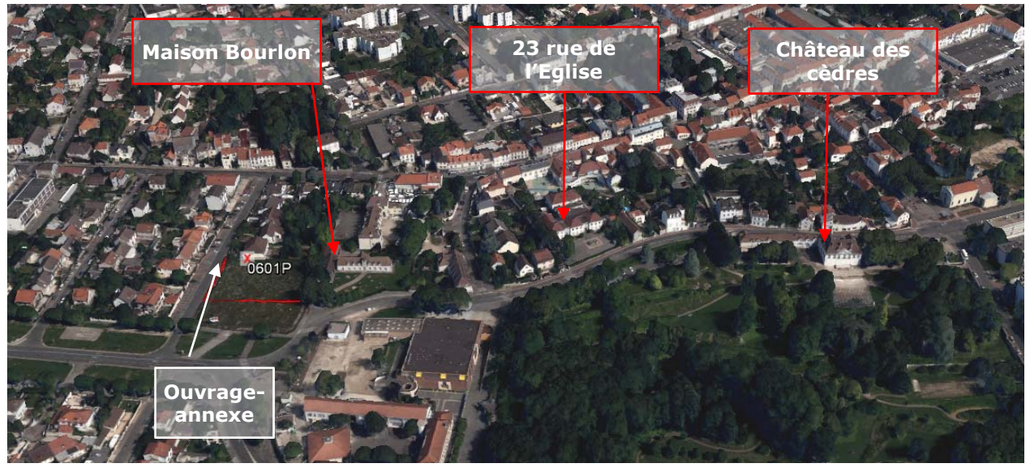
Monument dit de Chilpéric : aucune

Ancienne abbaye royale : aucune

Caractérisation de la relation visuelle

Les relations visuelles du monument dit de Chilpéric et de l'Ancienne abbaye avec le puits d'accès sont inexistantes au vu de sa distance et de la présence de pavillons masquant les vues. Potentiellement il peut y avoir des co-visibilités et intervisibilité temporaires avec les travaux de la Gare de Chelles.

Maison Bourlon (ancienne) ou Petit Château à Montfermeil (0601P)



Covisibilités et intervisibilités

Maison Bourlon : Fort

Maison (23 rue de l'Église) : aucune

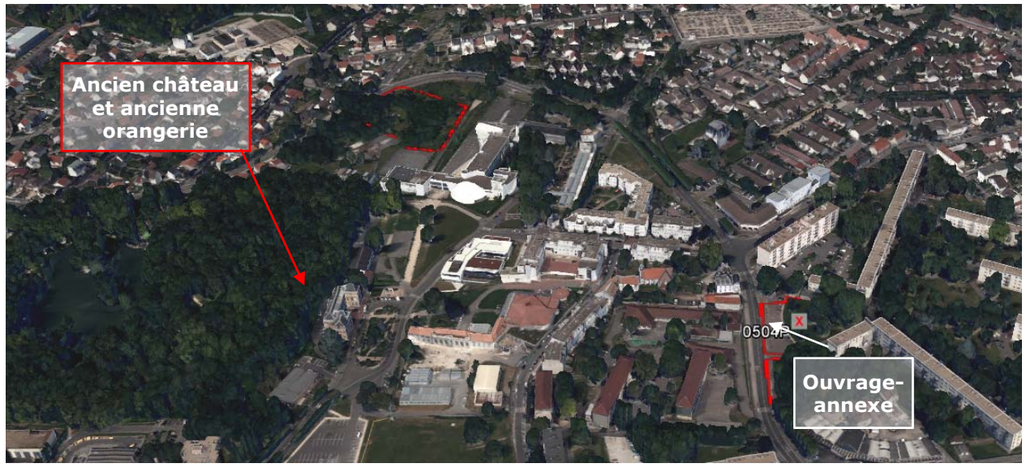
Château des Cèdres : aucune

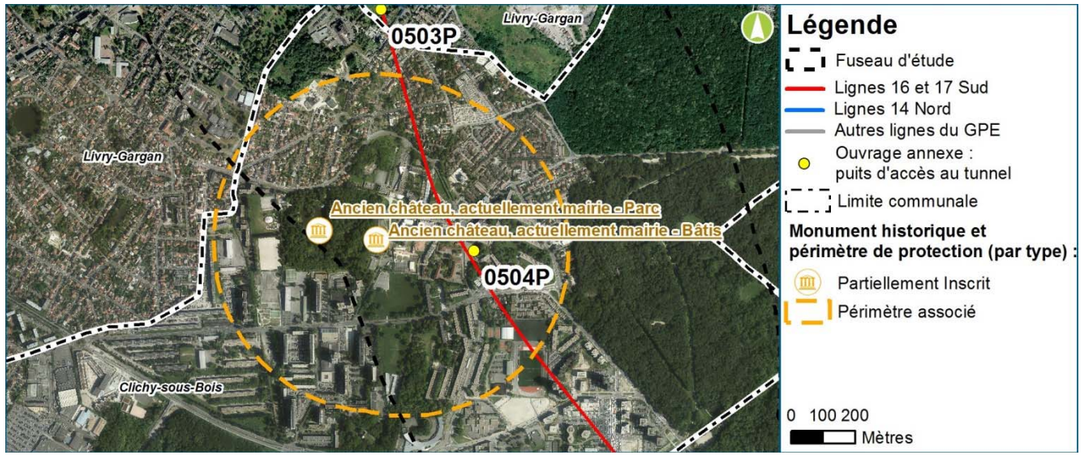
Caractérisation de la relation visuelle

L'ouvrage et la zone de chantier prévus sont contigus à la ferme de la maison Bourlon, créant une covisibilité. Néanmoins une haie d'arbre les séparent et créé un filtre visuel atténuant les relations visuelles directes.

Pour les deux autres monuments, le bâti masque les vues.

Ancien château et ancienne orangerie à Clichy-sous-Bois (0504P)





Covisibilités et intervisibilités

Faible

Caractérisation de la relation visuelle

L'ouvrage et la zone de chantier s'insèreront au sein d'un grand ensemble de logements collectifs. Le groupe scolaire le long de l'avenue de Lagny masque les vues en direction des monuments protégés.

La 2ème zone de chantier prévue au nord du château sera relativement bien protégée des relations visuelles grâce à son écrin boisé.

Église du Vieux-Saint-Ouen (3300P)

Covisibilités et intervisibilités

Aucune

Caractérisation de la relation visuelle

L'ouvrage annexe accessible depuis la rue Saint-Denis s'insèrera au sein d'un secteur bâti dense composé d'immeubles de bureaux et logements de 4 à 5 niveaux (voir plus). Ces derniers s'intercalent entre le projet et le monument historique et empêchent toute relation visuelle.

Évaluation des relations visuelles entre les ouvrages du projet et les monuments historiques

14.2.2.4. Mesures d'évitement

L'objectif du Grand Paris Express étant de desservir les centralités et les milieux habités, le projet s'approche plus ou moins près des monuments historiques protégés. Le principe qui a prévalu depuis les premières phases d'élaboration du projet, notamment dans le choix du fuseau lors des études préliminaires, est celui de limiter fortement l'impact direct du projet sur le patrimoine protégé. De plus, sur la totalité du projet, le principe de construction en souterrain du métro permet de limiter fortement l'impact direct du projet sur le patrimoine protégé.

Toutefois, du fait de la superposition de nombreuses contraintes et du nombre de monuments historiques présents sur certains secteurs, le principe d'évitement appliqué n'a pas permis de supprimer tous les enjeux liés aux monuments historiques. L'analyse des impacts sur les monuments historiques a permis de révéler, que seuls deux d'entre eux (Maison Bourlon et Monument dit de Chilpéric) sont concernés :

- Pour le Monument dit de Chilpéric, les impacts bruts sont forts pour les possibles co-visibilités et intervisibilités temporaires avec les travaux de la gare de Chelles.
- Pour la maison Bourlon, les impacts bruts sont forts pour les co-visibilités et intervisibilités avec l'ouvrage annexe 0601P.

14.2.2.5. Mesures de réduction

Mesures de réduction spécifique au Monument dit de Chilpéric (Chelles)

L'implantation de la gare se fera au sud du Boulevard Chilpéric mais l'emprise des travaux concernera aussi la partie localisée au nord du Boulevard. Cela implique l'abattage d'arbres et la démolition de pavillons au sud du Parc Souvenir Émile Fouchard. Au vu de ce contexte, deux mesures seront mises en œuvre en phase chantier :

- Avant les travaux : La définition des emprises travaux sera optimisée afin de limiter l'abattage d'arbre. Le maître d'ouvrage devra identifier par un marquage les arbres à conserver en vue du projet de réaménagement futur ;
- Pendant les travaux :
  - La survie des arbres à conserver sera assurée par la mise en défens d'une emprise au sol correspondant à minima à la taille du houppier, cette zone ne devant pas être d'un rayon inférieur à 5 m autour du tronc. Aucun passage d'engin, affouillement, stockage de matériaux, etc. n'aura lieu sur ce périmètre de protection ;
  - Mise en place de palissades (côté Parc du Souvenir Émile Fouchard).

Les mesures de réductions concerneront aussi :

- Le réaménagement de la zone de travaux située entre le Boulevard Chilpéric et le parc du Souvenir Émile Fouchard sera une opportunité pour créer un nouvel espace vert entre le parc et le Boulevard. Cela agrandira et ouvrira le parc sur Boulevard Chilpéric ;
- Le traitement architectural de la gare de Chelles pour qu'elle s'intègre à son environnement proche ;
- L'aménagement paysager du nouvel espace vert sera réalisé en continuité et en cohérence du parc du Souvenir Émile Fouchard.

Les illustrations ci-dessous présentent le plan de masse actuel et futur du secteur de la gare de Chelles, avec l'extension future du parc du Souvenir Émile Fouchard.

Plan masse existant et plan masse projeté de la future gare de Chelles

Mesures de réduction spécifiques à la Maison Bourlon (Montfermeil)

Lors de la réalisation des travaux, la préservation des arbres en limite de parcelle (de l'ancienne ferme de la maison Bourlon) sera assurée par la mise en défens d'une emprise au sol correspondant à minima à la taille du houppier, cette zone ne devant pas être d'un rayon inférieur à 5 m autour du tronc. Aucun passage d'engin, affouillement, stockage de matériaux, etc. n'aura lieu sur ce périmètre de protection.

En phase exploitation, afin de réduire l'impact de la future issue de secours celle-ci a été positionnée le plus loin possible du monument, à proximité de la rue. De plus, l'ouvrage sera entouré par une clôture de séparation en bois ou végétal (se référer au chapitre 14-12-14 Ouvrages annexes). Cela permettra la valorisation du reste de la parcelle. À ce stade, le projet reste à définir (square, aire de jeux…).

État initial et projeté de la parcelle contiguë au bâtiment de l'ancienne ferme de la maison Bourlon et future perspective

14.2.3. Synthèse des impacts et des mesures prévus pour les sites protégés et monuments historiques

Aucun site protégé recensé sur le fuseau d'étude n'est directement impacté par le projet. Cependant, des travaux sont prévus à proximité du Parc Forestier de la Poudrerie. Compte tenu de l'enjeu paysager et social de ce site, l'intégration paysagère et architecturale de la gare de Sevran-Livry et de ses abords devra prendre en compte la proximité du parc car ils pourraient être visibles depuis la perspective du Canal de l'Ourcq.

En phase travaux, la piste cyclable permettant la desserte du parc forestier devra être maintenue, ou, si cela n'est pas envisageable, un itinéraire alternatif devra être mis en place.

Aucun monument historique proprement dit n'est directement concerné par le projet, **seuls huit périmètres de protection sont impactés** :

- A Gournay : un périmètre de protection est intercepté. Cependant, il n'y a aucune covisibilité ou intervisibilité entre le projet et l'Ancien château. Les impacts son nuls ;
- À Chelles : deux périmètres de protection sont interceptés. Cependant seul le **Monument dit de Chilpéric** est concerné par des impacts forts temporaires nécessitant des mesures spécifiques. La réalisation de ces mesures spécifiques permet d'aboutir à un impact résiduel positif avec le réaménagement global du contexte paysager du secteur de la gare ;
- À Montfermeil : plusieurs périmètres de protection sont concernés. Le projet, contiguë à la **Maison Bourlon** aura des impacts forts nécessitant des mesures spécifiques. Concernant les deux autres monuments (Maison du 23 rue de l'Église et le Château des Cèdres) les impacts sont faibles et les mesures seront déjà mises en place dans le cadre de la Maison Bourlon. Les mesures spécifiques permettent d'obtenir un impact résiduel faible ;
- À Clichy-sous-Bois : le périmètre de protection de l'Ancien château et de l'ancienne orangerie est concerné. Il n'y a aucune covisibilité ou intervisibilité entre le projet et le monument. Les impacts son nuls ;
- À Saint-Ouen : un périmètre de protection est intercepté. Cependant, il n'y a aucune covisibilité ou intervisibilité entre le projet et l'Église du Vieux-Saint-Ouen. Les impacts sont nuls.

À noter que dans tous les cas où des interventions sont prévues dans les périmètres de protection des monuments historiques classés (servitudes d'utilité publique), il sera nécessaire d'obtenir l'accord de l'Architecte des Bâtiments de France.

Dans les périmètres de monument historique inscrit, il sera associé à la réflexion sur le réaménagement de l'espace public.

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Plusieurs monuments historiques (classé et inscrits) se trouvant dans le fuseau d'étude	Impact fort (Monument dit de Chilpéric à Chelles)	Travaux : préservations des arbres dans les anciennes parcelles pavillonnaires dans la mesure du possible en vue du projet de réaménagement futur Mise en place de palissades (côté Parc du Souvenir Émile Fouchard). Exploitation : Traitement architectural de la nouvelle Gare de Chelles Aménagement paysager du nouvel espace vert réalisé en continuité et cohérence du parc du Souvenir Émile Fouchard.	Impact positif	Sans objet
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Un site inscrit et plusieurs monuments historiques inscrits se trouvent dans le fuseau d'étude.	Impact nul (Clichy-sous-Bois) Impact fort (Maison Bourlon à Montfermeil)	Travaux : Palissade autour de l'ouvrage annexe Exploitation : Implantation de l'ouvrage le plus loin possible, Cela permettra la valorisation du reste de la parcelle. (projet à définir)	Impact faible	Sans objet
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Absence de site protégé et monument historique ou périmètre de protection dans le fuseau d'étude.	Impact nul	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Le fuseau d'étude intercepte le périmètre d'un monument historique classé et d'un monument historique inscrit.	Impact nul	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Le fuseau d'étude intercepte plusieurs périmètres de monuments historiques inscrits.	Impact nul	Sans objet	Sans objet	Sans objet

14.3. Impacts et mesures concernant le grand paysage

En matière de paysage, l'évaluation des impacts du projet consiste en l'analyse des effets visuels et éventuellement de la modification de l'identité d'un territoire et de sa perception. L'analyse s'appuie sur la caractérisation des sensibilités paysagères et de ses perceptions identifiées dans l'état initial.

Les effets directs concernent :

- Les sections souterraines réalisées par tunnelier : les effets en phase travaux sont ponctuels et sont de nature temporaire. Ils concernent les zones de puits, de stockage de matériaux, d'accès aux travaux, les bases vies… ;
- La partie souterraine des gares et ouvrages annexes sont réalisés en tranchée ouverte par excavation : cette technique consiste à extraire les matériaux puis à construire la structure des parties souterraines. Les zones annexes excavées non « bâties » seront par la suite rebouchées après travaux. Ces parties souterraines auront des impacts visuels forts en phase chantier et nuls en phase exploitation ;
- La partie aérienne des gares et ouvrages annexes seront les seuls éléments visibles dans le paysage. En phase travaux, l'impact visuel sera fort. Après construction des gares et réaménagement, voire requalification des abords les impacts résiduels seront souvent positifs.

Les effets indirects sont plus complexes à identifier. Il s'agit là d'avoir une vision prospective des dynamiques générées par le projet. De plus, la création de ce métro automatique va impulser l'urbanisation de certains secteurs, le paysage s'en trouvera ainsi modifié.

Ce chapitre présente notamment les projets liés aux gares, ouvrages annexes et zones de chantiers. Pour certains ils sont toujours en cours de réflexions et ne peuvent, par conséquent, pas tous être présentés ou faire l'objet d'adaptations ultérieures.

14.3.1. Impacts généraux en phase chantier

Les effets visuels en phase travaux sont liés :

- Aux emprises nécessaires aux travaux de réalisation des gares, ouvrages annexes et sites d'entonnement ;
- Aux plateformes de stockage des matériaux extraits par le tunnelier ;
- Aux plateformes de stockage des machines, des outils, etc. ;
- Aux locaux dédiés au personnel ;
- À la circulation des engins sur les zones de travaux et sur les voies d'acheminement.

Le contexte étant essentiellement urbain (résidentiel ou industriel), les effets visuels du projet sont souvent limités par la présence des immeubles voisins ou de la végétation (alignements urbains, parcs et jardins…). Toutefois, les travaux s'insérant dans un tissu urbain dense, leurs abords sont généralement très fréquentés et sensibles aux nuisances (bruits, poussières, modification de la circulation…). Ces nuisances traitées spécifiquement dans des chapitres dédiés peuvent cependant agir sur la perception du paysage d'une manière globale.

Les emprises chantier liées aux travaux des gares seront limitées autant que possibles. Les emprises pourront varier en fonction des phases de chantier et cela dans l'objectif de minimiser les impacts sur le voisinage.

Les surfaces des emprises sont d'environ 10 000 m2 (1ha) pour La Courneuve, Le Blanc-Mesnil, Aulnay-sous-Bois, Clichy-Montfermeil et Chelles. Certaines sont plus grandes comme pour Sevran –Livry et Sevran-Beaudottes. La surface la plus importante est celle de la gare de Saint-Denis-Pleyel qui atteint près de 18 000 m2.

Les impacts seront liés, en phase préparatoire, à la démolition des bâtiments existants (hangars/entrepôts, commerces, équipements et pavillons) pour la majorité des sites à l'exception du site d'Aulnay-sous-Bois, et pour certains sites à l'abattage des arbres (Sevran-Livry, Aulnay-sous-Bois, le Bourget).

En fonction de la proximité des zones d'habitats, les covisibilités seront plus ou moins fortes : par exemple pour Chelles et Clichy-Montfermeil, des habitats collectifs sont localisés à proximité des zones de chantier. De même, pour l'emprise de la gare du Blanc-Mesnil, les bâtis situés de part et d'autre du site seront directement concernés par le chantier. Toutefois, ces immeubles ne sont pas orientés vers l'emprise chantier.

Enfin, pour Sevran-Livry, au vu de la topographie, les covisibilités entre les immeubles situés sur le flanc de coteau nord et l'emprise chantier sont fortes. Des covisibilités potentielles existent pour les habitants de la rive sud du canal, du fait du déboisement des berges.

Pour les autres emprises chantier, les impacts visuels seront moindres étant donné qu'elles sont positionnées soit au droit de sites présentant des espaces plus ouverts comme la gare d'Aulnay-sous-Bois ou au contraire au niveau d'emprises très contraintes par un réseau dense d'infrastructures (Le Bourget et la Courneuve) ou entourés d'activités industrielles et tertiaires (Saint-Denis-Pleyel et Sevran-Beaudottes).

Les bases chantiers des ouvrages annexes sont implantées soit au niveau de l'espace public, soit sur des parcelles privées. Globalement, les effets visuels en phase chantier seront assez localisés. Cependant, certains ouvrages étant localisés à proximité immédiate de façades d'immeubles, des mesures spécifiques seront mises en place pour limiter les vues directes. Certains ouvrages annexes présentent des surfaces de chantier plus conséquentes, nécessaire pour l'approvisionnement de matériaux type voussoirs : par exemple les ouvrages annexes 0603P, 0504P ou 0303P.

Les bases chantiers associées aux puits d'attaque des tunneliers sont les plus grandes. En effet, c'est sur ces bases que vont gérer les flux de déblais extraits et les flux de matériaux permettant le fonctionnement de chaque tunnelier. Ces bases sont présentées au chapitre 15.

14.3.2. Impacts au niveau des sites paysagers sensibles

Dans certains sites ou secteurs plus sensibles (ensembles remarquables, parcs et jardin, …) les impacts en phase chantier peuvent être plus importants. Ils sont spécifiquement détaillés ci-après en parallèle des impacts en phase exploitation.

À hauteur du Val de Marne et de ses coteaux

Bien que le fond de vallée présente une trame bâtie dense, de petits ensembles naturels ponctuent les bords du fleuve ainsi que de plus vastes à hauteur du coteau de Chelles.

Les effets visuels en phase chantier sont très limités compte tenu du fait que le tracé s'effectue en tunnel. On relève cependant des puits qui auront un effet visuel limité à leurs abords immédiats en phase travaux.

À hauteur des Coteaux de l'Aulnoye

La zone de chantier de la gare de Clichy-Montfermeil est proche de la Forêt Régionale de Bondy.

Compte tenu du contexte urbain, il n'y a aura pas d'interactions visuelles notables en phase chantier avec les paysages forestiers.

À proximité du Parc de la Poudrerie de Sevran (site classé)

L'emprise chantier de la gare de Sevran-Livry ne se trouve pas dans le périmètre du site classé (Parc forestier de Sevran et ses abords). En ce sens, il n'y a pas de contrainte réglementaire. Toutefois, l'emprise chantier se situe sur les abords du Canal de l'Ourcq. La grande perspective visuelle depuis le canal, lorsqu'il traverse le site classé, pourrait offrir une vue sur chantier de la gare. En revanche, depuis le reste du site classé, le paysage est fermé par les boisements, il n'y a pas d'interactions visuelles.

L'aménagement d'un nouvel ouvrage de franchissement du canal de l'Ourcq sera nécessaire pour décharger le pont existant. Cet ouvrage pourrait être visible depuis la perspective du canal de l'Ourcq.

Afin de limiter les effets du projet sur les abords du canal et éventuellement sur la perspective traversant le parc de la Poudrerie de Sevran, la végétation boisée des berges du canal sera conservée au maximum pendant les travaux.

Les autres mesures sont le traitement architectural et paysager de la gare et ses abords ainsi que du nouvel ouvrage de franchissement. Ils devront prendre en compte la perspective et la proximité du site classé.

14.3.3. Impacts au niveau du tunnel

En phase exploitation, le tracé est prévu en tunnel. Les effets visuels du tracé en lui-même seront nuls.

14.3.4. Impact des gares et émergences

14.3.4.1. Phase travaux

Afin de limiter l'effet des travaux aux niveaux des émergences en phase chantier, il convient de préserver autant que possible les structures paysagères importantes (alignement d'arbres par exemple) et de soigner la tenue du chantier et ses abords avec notamment des palissades.

La prescription de mesures de « management environnemental » du chantier, viseront à préserver le paysage par :

- La mise en place de palissades opaques autour de l'emprise afin de limiter la perception visuelle du chantier ;
- L'éloignement des installations de chantier du bâtiment ou éléments sensible du point du vue architectural ou paysager ;
- La limitation de la hauteur des stocks de matériaux en fonction de leur perception visuelle ;
- Le maintien des voiries en état de propreté permanent, de même que pour le site du chantier lui-même ;
- La réparation systématique des voiries dégradées.

Des mesures spécifiques seront prises pour certains ouvrages présentant des covisibilités fortes avec la zone de chantier. Quelques exemples sont présentés ci-après :

- Ouvrage 0603P

Ces installations occupent une superficie importante au sud du Chemin de la Peau Grasse.

Des travaux de nivellement du terrain seront nécessaires pour créer la plateforme. Il est prévu de planter une haie au niveau du pourtour de la zone chantier.

Les protections principales destinées à diminuer la gêne visuelle du chantier seront installées sur les contours est de l'emprise : les installations principales les plus hautes du chantier sont disposés le long de ce côté ; ce côté donne en direction des pavillons de la zone résidentielle.

Les autres côtés du chantier (donnant sur l'espace agricole) seront équipés de clôtures et d'écrans opaques d'une hauteur de 2 m environ.

- Ouvrage 0504 P

Compte tenu de la proximité immédiate d'immeubles d'habitation sur 3 côtés des emprises, des écrans visuels seront mise en place pour masquer la vue du chantier depuis ces habitations.

Il est donc prévu de mettre en place des palissades. Elles pourront recevoir un traitement qualitatif (habillage paysager, décors artistiques) destiné à réduire l'impact visuel, et comprendront des dispositifs permettant le passage de la lumière.

- Ouvrage 3303 P

Les protections destinées à diminuer la gêne visuelle du chantier seront installées sur les contours nord, est et ouest de l'emprise : les installations principales les plus hautes du chantier sont disposées le long des côtés nord et est ; les côtés nord et surtout ouest donnent sur les résidences voisines.

L'autre côté du chantier (donnant sur la voirie rue Ambroise Paré) sera équipé de clôtures et d'écrans opaques de 2 m de hauteur environ.

- Ouvrage 0210 P

Le positionnement de cet ouvrage au niveau du terre-plein central de l'ex-RN2, dans un paysage ouvert à proximité de zones habitées nécessite la mise en place de mesures de protection.

Les protections principales destinées à diminuer la gêne visuelle du chantier seront installées sur le côté Ouest, qui regroupe les installations principales les plus hautes du chantier. Le centre commercial est également à l'Ouest de l'emprise mais il est relativement à bonne distance de celui-ci, avec en plus la présence d'arbres et de la RN370 entre les deux.

Les autres côtés du chantier (donnant sur le terre-plein ou la RN370) seront équipés de clôtures et d'écrans opaques de 2 m de hauteur environ.

14.3.4.2. Phase exploitation

L'ensemble des gares a été conçu à partir du référentiel de conception établi par la Société du Grand Paris. Il contient en particulier la Charte d'architecture (2014) établi par le cabinet d'architectes Jacques Ferrier Architectures et Sensual City Studio qui décrit le cahier des charges global de l'ensemble des gares.

La charte d'architecture est un outil transversal d'aide à la conception des gares du Grand Paris Express.

La charte d'architecture permet de formaliser et de partager les ambitions de conception pour l'ensemble des gares :

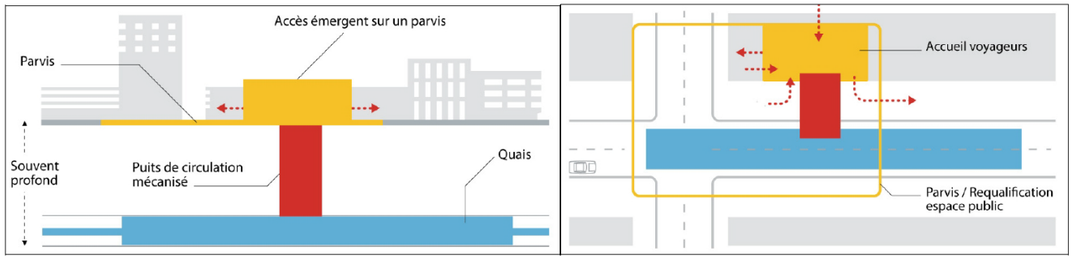
- Définir une identité globale des gares du réseau, « un air de famille », en apportant les standards de conception des gares du Grand Paris Express à l'échelle du réseau ;
- Garantir une qualité architecturale cohérente pour toutes les gares ;
- Faciliter la conception spécifique de chaque gare, en donnant un vocabulaire commun.

Elle donne trois objectifs fondamentaux s'articulant sur des échelles différentes :

- Créer à l'échelle de la ville une identité partagée entre la ville et le réseau ferré. L'ensemble des gares se présente ainsi comme une « collection » de repères ;
- Concevoir à l'échelle du bâtiment, des gares urbaines, ouvertes sur la ville et les quartiers. La gare est conçue comme un équipement public de proximité capable de connecter le réseau ferré de transports en commun à d'autres modes de transport ;
- Imaginer à l'échelle de l'homme, des gares humaines, en partant de l'expérience des voyageurs à travers ses perceptions sensorielles.

A ces objectifs fondamentaux répondent quatre objectifs de conception :

- Présence affirmée de la gare dans la ville ;
- Parcours intuitif et sensible ;
- Sobriété de l'architecture ;
- Mise en scène de la mobilité.



Principes de fonctionnement des gares du Grand Paris

La conception architecturale des gares du Grand Paris suit une double approche de conception, transversale et territoriale, visant à construire des gares à la fois pratiques, accueillantes et ancrées dans leurs quartiers. Il est souhaité que le réseau exprime une identité d'ensemble, où chaque gare sera un projet singulier qui partagera certaines orientations communes avec toutes les autres gares.

Sur le plan fonctionnel et des usages des gares, la charte vise à offrir un service lisible et fiable aux voyageurs. Elle facilite l'appropriation des espaces, l'accessibilité et l'efficacité des parcours. Elle fait des gares des lieux apaisants où il est facile de s'orienter. Concernant les enjeux d'identité, la charte définit une image propre aux gares du Grand Paris tout en inscrivant le nouveau réseau en continuité avec le patrimoine du métro parisien et du RER francilien.

Comme évoqué précédemment, l'impact en phase exploitation sera essentiellement associé à l'impact des gares et des émergences, mais également à l'impact des aménagements induits (aménagement de l'espace public, restructurations urbaines…) qui sont réalisés dans un objectif général de densité urbaine recherchée autour des futures gares du Grand Paris Express.

Toutes les gares prennent ainsi place dans un contexte urbain qui favorise leur insertion paysagère avec des vues limitées aux abords immédiats et rapprochés. Hormis la gare du Blanc-Mesnil, située dans un parc urbain, et la gare de Sevran-Livry, située en bordure du canal de l'Ourcq à proximité du Parc de la Poudrerie (site classé), les autres gares du projet sont localisées dans des secteurs de moindre intérêt paysager. Les gares de Chelles, le Bourget Sevran-Beaudottes s'inscrivent dans un contexte ferroviaire déjà marqué.

Les gares et la recomposition urbaine autour des gares (impacts indirects du projet) pourraient induire une mutation des paysages urbains (restructuration, modernisation…). Ils seront notamment évalués au travers des études environnementales menées dans le cadre des Contrats de Développement Territorial (CDT).

Afin que chacun puisse apprécier les effets des gares, les projets d'aménagement des 9 gares sont présentés à la suite du sud vers le nord, en développant le projet et en présentant plus particulièrement le parti architectural et son insertion paysagère. Il est à noter que ces projets sont actuellement à l'étude et pourront faire l'objet d'ajustements.

14.3.5. Gare de Chelles

14.3.5.1. Situation

La gare du Grand Paris vient compléter le pôle gare existant (comprenant actuellement la gare SNCF et la gare routière) ; lequel est entouré de trois secteurs distincts :

- Le secteur situé au sud-est, entre les voies ferrées et la Marne, purement résidentiel, aéré et fortement végétalisé ;
- Le secteur situé au nord, entre les voies ferrées et le Fort, qui constitue le centre-ville. Il regroupe autour de la Mairie et du Parc du Souvenir, de nombreux immeubles collectifs, des activités commerciales et des équipements publics, dans un ensemble qui possède de réelles qualités urbaines ;
- Le secteur situé à l'est, constitué par la gare de triage, espace ferroviaire qui occupe une superficie importante de la commune, créant un véritable obstacle à l'est du territoire communal.

La composition urbaine générale est dominée par la présence du pôle d'échange (SNCF/Gare routière) ; elle est également fortement marquée par les voies SNCF en talus, qui créent une barrière franche dans la ville et orientent largement le pôle gare vers le nord.

Le site est fortement marqué par la présence d'un couvert végétal de qualité dû à la proximité du Parc du Souvenir Émile Fouchard et à la gare routière, récemment réaménagée.

14.3.5.2. Projet architectural et paysager

Le bâtiment voyageur de la gare sera implanté dans un espace délimité au sud par le talus des voies ferrées, au nord par le boulevard Chilpéric, à l'est par des pavillons bordant le boulevard Chilpéric et à l'ouest par la gare routière et la gare SNCF.

Gare de Chelles - Plan masse

La partie du terrain, située au nord du boulevard Chilpéric, devrait accueillir, après construction de la gare en sous-sol, un espace paysager connecté au parc du souvenir. Cette partie du terrain devra en outre intégrer un certain nombre d'émergences techniques nécessitées par la présence de la gare en sous-sol (trappes d'accès, gaines de désenfumage,...) ainsi que certains éléments du programme gare, comme un abri à vélos.

La nouvelle extension du parc, au nord immédiat de la future émergence, résulte de l'acquisition de pavillons en vie d'y inclure les émergences techniques de la future gare enterrée. Le travail des masses de plantations sera réalisé en transversalité, afin de ne pas renforcer l'effet longitudinal de la parcelle. Le concept est de traiter cette parcelle comme une continuité en cohérence avec le Parc du Souvenir, tout en faisant le lien avec le parvis de la gare. La transition sera assurée par une graduation des densités et hauteur de la végétation (strates persistantes et strates caduques, essences inspirées de la végétation existante dans le parc).

Le bâtiment voyageur marque la limite est du pôle d'échanges intermodal et par le jeu de ses volumes offre une transition douce entre l'échelle de la gare et celle des pavillons situés plus à l'est sur le boulevard Chilpéric. Ainsi, dans la relation que le bâtiment voyageur entretient avec son environnement, deux échelles de perception sont possibles :

- Celle du grand paysage, dominé par l'horizontalité du talus SNCF et une forte présence du ciel. Le bâtiment voyageur, par sa toiture très étirée et sa façade vitrée, permet d'aérée le volume et laisse une perception sur le ciel ;
- Celle du paysage rapproché, dans lequel, les volumes construits créent des cadrages et des points de vue choisis, offrant aux usagers sortant des éléments de repérage forts.

Vue depuis la ville espace public

14.3.6. Gare de Clichy-Montfermeil

14.3.6.1. Situation

La gare de Clichy-Montfermeil se développe au sein d'un secteur en pleine mutation. Elle est implantée au droit du carrefour de l'allée Anatole France, de la rue Utrillo et de l'allée Romain Rolland sur une future place urbaine, à proximité du futur tram T4.

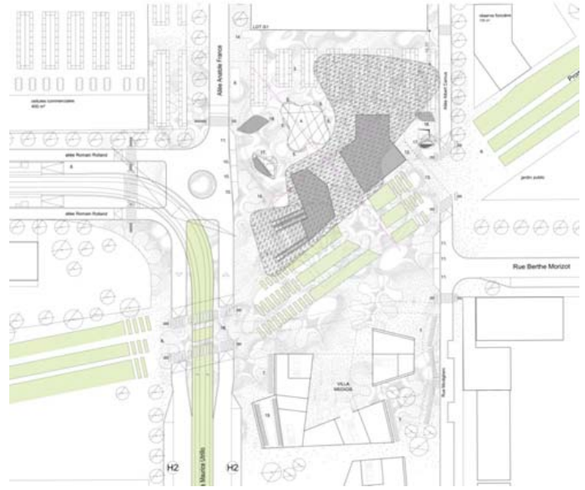
Vue aérienne des principaux éléments constituant le contexte d'insertion de la gare

La future gare de Clichy-Montfermeil, sera contiguë de la promenade de la Dhuis. Cette dernière est un axe vert reliant les zones urbanisées aux grands espaces naturels ainsi que les grands espaces naturels entre eux.

14.3.6.2. Projet architectural et paysager

Le projet de la Gare de Clichy Montfermeil est pensé en relation avec le projet connexe de la Villa Médicis qui permet de créer un espace public cohérent.

Le parti pris pour l'intégration de la station dans la place est de la rendre la plus facile d'accès et ouverte possible. L'entrée de la gare est mise en valeur par la pergola qui, est un élément organisateur de l'espace public. L'entrée de la gare devient une continuité de l'espace public.



Plan Masse du projet (source : EMBT, 11 – 2015)

L'implantation du bâtiment de la gare n'affecte pas la Promenade de la Dhuis et respecte son trajet originel, la continuité et la situation actuelle de la partie végétale. Ainsi, l'intervention temporaire sur la promenade de la Dhuis n'est pas de nature à impacter durablement cette dernière. De plus, la restauration prévue après les travaux s'accompagnera d'aménagements permettant une plus-value écologique.

Le positionnement de la gare permet au bâtiment de s'ouvrir vers la place avec les espaces dédiées aux animations commerciales. L'émergence est séparée en deux bâtiments permettant un large passage traversant nord-ouest/ sud-est, animé par la présence des commerces. De cette manière, l'effet barrière contre la promenade est évité.

La gare, son parvis et la place partagent la même identité.

Perspective d'ambiance extérieure du projet de la gare (source EMBT, 11 – 2015)

14.3.7. Gare de Sevran-Beaudottes

14.3.7.1. Situation

Le site de la gare de Sevran-Beaudottes est situé à l'articulation de plusieurs grandes entités urbaines et fonctionnelles distinctes :

- À l'ouest du site, le quartier d'habitat collectif des Beaudottes ;
- Le prolongeant côté sud, les quartiers des Nouvelles Beaudottes et de la Roseraie ;
- Au nord, dans la continuité du Parking d'Intérêt Régional, le centre commercial du Beau-Sevran ;
- Entre les quartiers d'habitat et le centre commercial, l'îlot Gare qui se développe selon un axe nord-sud correspondant à la direction des voies du RER B ;
- À l'extrême est du site, des terrains voués à une densification, occupés actuellement par des locaux d'activité.

Plan de situation

14.3.7.2. Projet architectural et paysager

L'émergence de la gare s'inscrit dans une volumétrie de faible hauteur, en regard de la halte routière et de la gare RER. Son émergence forme un volume unitaire qui résulte de son implantation. Elle est caractérisée par une toiture horizontale périphérique faisant écho aux volumes très simples de la gare routière et de la gare du RER B, entourant une verrière centrale.

Sa simplicité et la faible hauteur de ses façades font le lien avec l'environnement proche qu'elle accompagne et qu'elle complète.

Plan masse du projet avec extension du centre commercial (source AD-AREP 13/11/2015)

De par sa position centrale, les façades de la gare de Sevran-Beaudottes donnent sur l'espace public. À l'ouest, la halte routière reste inchangée. Le parvis créé en même temps que la halte routière, est essentiellement minérale. L'implantation de l'arbre emblématique (Paulownia) tient compte de l'ouverture visuelle à maintenir sur l'entrée de la gare depuis le quartier et sa position visible qui constitue un repère.

Les platanes de grande hauteur sont conservés au nord du parvis, créant une façade végétale opaque devant le parking aérien. Suite à la modification de tracé de l'avenue Allende, un alignement de platanes commun sera mis en place, assurant la continuité de l'existant. Le projet urbain prévoit le remplacement de cet équipement par une façade urbaine avec commerces et logements. La destruction du PIR permettra ultérieurement d'aménager un parvis de dimension plus généreuse, à la fois ouvert sur la gare et sur l'extension du centre commercial, où sont organisés les modes doux. Formant un front bâti, la gare est immédiatement visible depuis la gare RER et la gare routière. Ouverte sur un parvis côté est, elle est repérable depuis l'axe structurant est-ouest que forme le boulevard Allende.

Le parvis Est sera aménagé avec un mail, qui constitue la grande surface ombragée du parvis de la gare. Il s'appuie suivant la trame orthogonale du parcellaire du quartier de la gare. Sa délimitation reprend l'ancien alignement de platanes. L'essence composant ce mail est le *Gleditsia triacanthos* dans une variété sans épine, arbre adapté au contexte urbain avec feuillage léger qui procurera une ombre douce à l'image des abris de la gare routière. Ces arbres seront sous forme de tige.

Perspective du parvis (source : AD-AREP 13/11/2015)

14.3.8. Gare de Sevran-Livry

14.3.8.1. Situation

La commune de Sevran se trouve au pied du plateau de la forêt de Bondy et des plaines agricoles de la plaine Saint Denis. Traversée par le canal de l'Ourcq, Sevran profite d'une diversité de paysages remarquables des plus naturels aux plus artificiels.

La gare est située entre le canal de l'Ourcq au sud et les voies ferrées du RER B et du Transilien au nord. Ce site, positionné dans un lieu contraint et peu accessible, est à l'articulation de deux secteurs urbains contrastés : au sud du canal, des quartiers majoritairement pavillonnaires et au nord des voies ferrées, le centre historique de Sevran à l'ouest et de l'habitat collectif récent à l'est. Le site de la gare de Sevran-Livry est exceptionnel par ses qualités paysagères. Il est entouré d'arbres de haute tige : ceux bordant le canal au sud et ceux qui composent le « parc des sœurs » au nord. Ce site bénéficie ainsi de belles vues sur l'environnement proche et présente une pente descendante du sud vers le nord.

Plan de situation

Malgré le cadre verdoyant, cet îlot véhicule dans sa partie est l'image d'un lieu délaissé que le projet de la gare doit complètement transformer. Parallèlement à cet enjeu de recomposition urbaine de l'existant, la gare joue un rôle majeur dans sa liaison avec de nouveaux quartiers en développement. Trois secteurs sont potentiellement à aménager :

- Les anciennes emprises ferrées situées entre le faisceau et le canal à l'Est ;
- L'îlot positionné à l'ouest de la gare SNCF existante ;
- Au nord/est des voies RER une large bande de terrain allant de la gare au parc de la Poudrerie dénommée terrains de la Marine.

14.3.8.2. Projet architectural et paysager

Le bâtiment voyageur de la nouvelle gare est orienté vers l'ouest sur le parvis et la gare routière. L'émergence de la gare est décomposée en différents volumes afin de mieux s'intégrer avec les bâtiments environnants à plus petite échelle. Recouverts de toitures terrasses, le niveau hall, lieu d'accueil principal émergent à 3,20 m au-dessus du terrain naturel.

Plan masse du projet (source : AD-AREP13/11/2015)

Vue perspective de la gare dans son environnement (source : AD-AREP13/11/2015)

Les nouveaux quais de la gare routière seront constitués de trois quais plantés d'érables, pour leur bonne adaptabilité au contexte urbain et leurs couleurs automnales. L'implantation du paulownia sur le quai le plus large en lieu et place de deux érables répond au rôle d'arbre repère et d'ouverture visuelle.

L'esplanade dégagée devant la gare permet d'ouvrir la perspective sur le bâtiment voyageur existant et de faire connecter les deux bâtiments. Le bâtiment SNCF existant et la végétation du canal s'inscrivent ainsi en toile de fond du bâtiment voyageur. L'enveloppe largement vitrée de la gare permet aux voyageurs de percevoir cette végétation en toile de fond depuis l'intérieur de la gare. Le but recherché est de faire entrer le végétal au plus profond de la gare.

La végétation existante qui constitue un des atouts fort du site est conservée au maximum.. Toujours dans l'optique de renforcer l'écrin de verdure dans lequel prend place la gare, des alignements d'arbres participent à l'aménagement du parking de rabattement à l'est. La couverture végétale des espaces extérieurs liés aux gares est caractérisée par la présence de l'étable, dont la déclinaison des variétés permet de créer un jeu de dégradé de couleurs.

Les limites du projet, au nord et au sud, seront traitées avec une densité de plantation forte pour faire échos aux espaces boisés présents aux alentours, avec des plantations étagées, constituées d'essences plus forestières.

14.3.9. Gare d'Aulnay

14.3.9.1. Situation

Le terrain retenu pour la réalisation de gare d'Aulnay-sous-Bois se situe sur la réserve foncière du terre-plein central de l'ex-RN2 sur une superficie 2,23 hectares. Ce terre-plein est actuellement un terrain vague, planté à quelques endroits. Les rives bâties sont loin, elles génèrent une ambiance péri-urbaine à dominante routière. C'est un paysage horizontal ouvert.

Plan de situation

La gare d'Aulnay et différents ouvrages annexes seront visibles depuis la route RN2. L'effet visuel de la nouvelle gare sera fort. Son intégration paysagère ainsi que celle des ouvrages annexes seront l'occasion de repenser les aménagements de l'espace public de cette zone.

14.3.9.2. Projet architectural et paysager

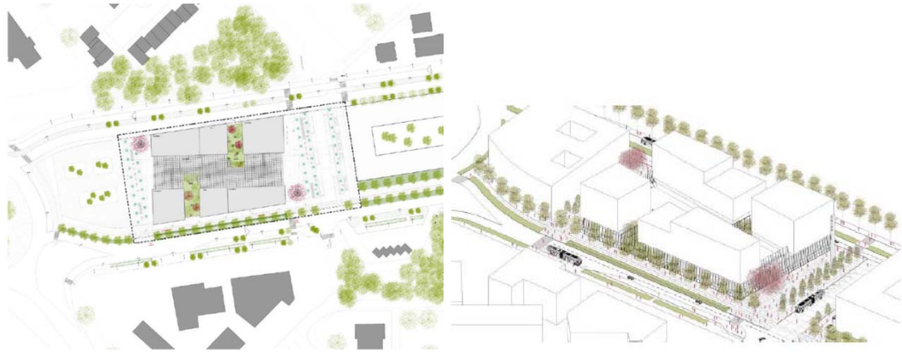
La ville d'Aulnay travaille sur la requalification de l'ex-RN2, notamment à travers le projet de la ZAC des Aulnes. L'arrivée du métro Grand Paris Express sera un levier de transformation supplémentaire et doit permettre d'amplifier cette requalification : l'objectif est de diminuer la coupure entre les quartiers nord et les quartiers sud d'Aulnay mais aussi de développer les territoires à l'est et à l'ouest de la ville dans un ensemble cohérent : le parc linéaire.

La gare s'inscrit dans une nouvelle dynamique de flux et de réflexion paysagère à grande échelle.

Le plan masse propose de s'appuyer sur la valorisation des délaissés de l'infrastructure pour tisser une maille paysagère structurante côté sud, de développer les continuités piétonnes et paysagères transversales afin d'atténuer l'effet de coupure urbaine de l'ex-RN2 et de consolider les continuités paysagères vers le parc du Sausset par la requalification de l'ex-RN2 afin d'intégrer le territoire de l'arc paysager de l'est de Saint Denis.

Le bâtiment gare est un bâtiment unique regroupant l'ensemble des fonctions gare (accueil voyageurs, locaux techniques, halls de logements et clos commerciaux) et incorpore les halls du projet connexe le surmontant. Ce projet connexe est pour sa part constitué de 4 plots distincts d'un même programme immobilier.

Le bâtiment gare se positionne entre 2 autres programmes immobiliers, à l'est des logements et quelques commerces en rez-de-chaussée, à l'ouest un programme à vocation économique (hôtel, bureau ou artisanat).



Plan masse projet gare avec projet connexe (source : BNT 13/11/2015)

Ce lieu est caractérisé par un environnement végétal très présent de par la coulée verte au sud du site le long du boulevard Marc-Chagall et d'autre part par la mise en place de deux jardins qui s'immiscent jusqu'au cœur de la gare. Cette caractéristique est un des axes de la conception de la gare.

L'objectif de continuité des espaces de la surface aux quais amène à prolonger cette ambiance végétale vers le bas. La nature descend ainsi jusqu'à la mezzanine avec les jardins intérieurs, qui sont traités en tenant compte des contraintes de jardin sur dalle, couverts et en pleine terre.

Perspective avec connexes (source : BNT 13/11/2015)

Le parvis principal de la gare est délimité par 2 rangées d'arbres de hautes tiges. Le choix des arbres s'est orienté vers le liquidambar, pour son adaptabilité au contexte urbain et son intérêt automnal.

Enfin, les alignements d'arbres des boulevards P. Cézanne et M. Chagall reprendront les principes de plantation existants, afin d'assurer une continuité paysagère pour les deux boulevards. Les plantations par groupe de deux seront constituées par du pin ou du chêne. Au Sud de la gare le long du boulevard M Chagall, la noue sera plantée en partie haute par des graminées et des cornouillers. Leurs zones d'implantations accompagneront les arbres d'alignement

14.3.10. Gare du Blanc-Mesnil

14.3.10.1. Situation

Le site de la gare est bordé au nord-est par le parc Jacques Duclos ; au nord-ouest par les garages des bâtiments de logements ; au sud-est par l'avenue Charles De Gaulle et au sud-ouest par l'avenue de la Division Leclerc.

Plan de situation

C'est dans un paysage urbain relativement complexe que s'installe le parc Jacques Duclos qui constitue malgré tout un véritable « poumon vert » pour la ville. Lieu au paysage remarquable, il se distingue tant par la diversité et la richesse de ses espaces verts que par sa dimension sociale et culturelle. Il est un atout majeur pour la ville.

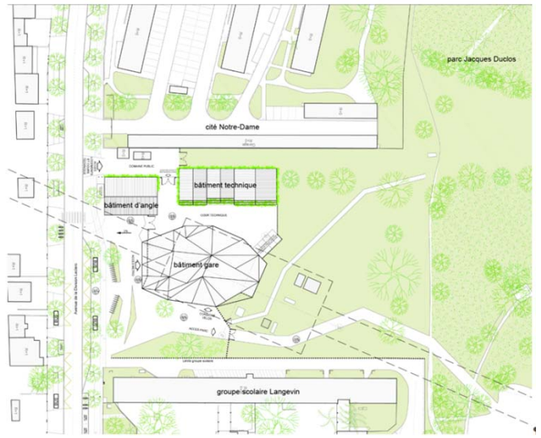
14.3.10.2. Projet architectural et paysager

Le projet Gare s'installe sur la parcelle Langevin occupée aujourd'hui par un gymnase et un pavillon qui seront détruits. Le projet de la Gare s'inscrit dans une logique de continuité du Parc J. Duclos. Il s'installe en lisière nord-est de ce parc, prolonge les futurs bâtiments de logements et borde l'avenue de la Division Leclerc. Dans un souci d'intégration avec le parc et les logements, le projet se décline en trois entités distinctes afin de limiter l'impact visuel de la gare dans son ensemble.

- Le bâtiment gare qui fait le lien entre le parc et le parvis. Il s'installe en effet dans la continuité du parc existant. Il est traité comme « une vitrine » ouverte au public. Son architecture facettée, tel un caillou ou un bijou réinterprète l'architecture d'un kiosque installé dans un jardin ;

- Un bâtiment d'angle, petit volume « autonome » qui a une vocation commerciale (brasserie, restaurant et/ou café), il est pensé comme une serre ;

- Un bâtiment technique qui vient se positionner dans la continuité des bâtiments de logements du futur projet urbain se compose de trois entités aux hauteurs variées.



Plan masse de la gare associé au projet d'aménagement de la mairie - Berranger | Vincent architectes

Vue de la gare depuis l'espace public – Berranger | Vincent architectes (2015)

Afin de s'inscrire au mieux dans ce projet de « parc habité », chacun des bâtiments réinterprète à sa façon un vocabulaire architectural des parcs et jardins. Tous les espaces extérieurs sont à créer et les espaces publics sont à requalifier. Le parvis est traité de façon minéral et quelques petits espaces sont plantés avec des essences existantes dans le parc limitrophes.

Ces trois entités bâties proposent une image architecturale associée à l'univers des parcs, des jardins et cherchent un dialogue évident avec le futur quartier de la Gare.

Ainsi, afin d'adoucir la présence des bâtiments des locaux techniques, bâtiments aux façades aveugles, le projet propose de faire « remonter » le parc sur ses façades. Une structure métallique légère enveloppe les volumes et devient support de plantes grimpantes caduques et persistantes à floraisons variées. Le petit bâtiment à vocation commerciale reprend un vocabulaire architectural fortement associé aux serres horticoles. D'une grande finesse, les éléments de vitrage en acier permettent une grande transparence sur l'espace public.

Le bâtiment gare, quant à lui, développe un rapport très fort au paysage du futur parc. D'une grande légèreté et transparent, il laisse percevoir les intériorités de la gare, et inversement depuis les espaces voyageurs, des vues et perspectives sont préservées depuis le hall jusqu'à la première mezzanine.

14.3.11. Gare Le Bourget RER

14.3.11.1. Situation

Le site de la future gare Le Bourget RER est compris dans un « triangle » formé par :

- La RN2 en remblai au nord-ouest ;
- La plate-forme ferroviaire du RER B au sud ;
- La plate-forme ferroviaire de la « Grande Ceinture » (GC), en remblai, au nord-est de l'emprise.

L'implantation du projet a été définie tout d'abord dans un souci d'intégration fonctionnelle avec le Tram express Nord (TEN). Implanté au sud du terrain, elle permet de garantir un alignement de façade entre la gare Grand Paris Express et le bâtiment Tram express Nord (TEN), le long de la rue du Chevalier-de-La-Barre.

La desserte de la gare est assurée par l'avenue de la Division Leclerc (ex-RN2), qui borde le parvis à l'ouest. La desserte locale est assurée par la rue du Chevalier de la Barre qui est restituée sur son tracé nord-est en sens unique depuis la Place des Déportés.

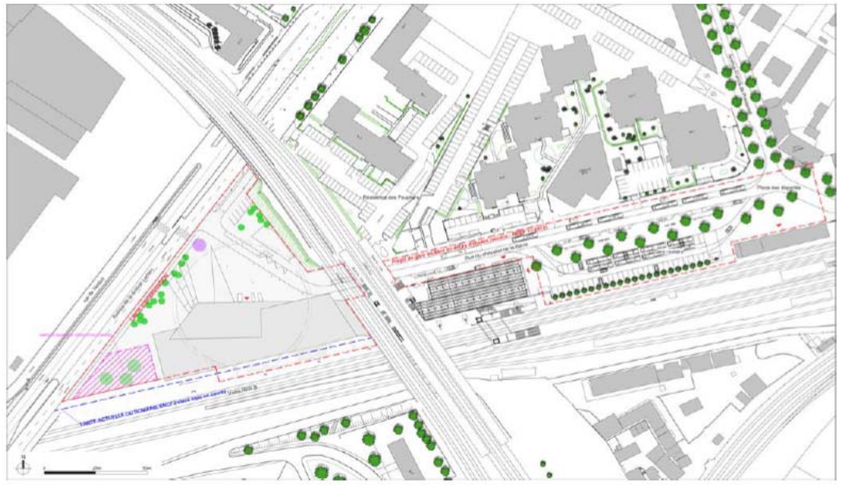
Plan de situation

Enfin, l'implantation de la gare, au sud de la parcelle permet de libérer un espace au nord, en contact avec l'avenue de la Division-Leclerc, aménagé en grand parvis.

En tant que gare emblématique, la gare du Bourget se veut forte dans son identité extérieure et généreuse dans le traitement de ses espaces intérieurs.

14.3.11.2. Projet architectural et paysager

La topographie marquée du site a été l'occasion d'aménager un parvis propice à son appropriation par les habitants du Bourget. La première intention a été d'aménager le parvis, dans la continuité de l'avenue de la Division-Leclerc, sans coupure.



Plan masse (Source : AECDP)

Le bâtiment forme une clôture naturelle entre le parvis et l'emprise SNCF. Cependant, en attendant la réalisation de l'opération connexe, un talus paysagé permettra d'agrémenter le parvis d'un espace vert, mais qui sera néanmoins non accessible.

Perspective de la Gare (source : AECDP)

14.3.12. Gare La Courneuve « Six routes »

14.3.12.1. Situation

L'îlot gare s'étend sur une parcelle accueillant un restaurant de la chaîne Quick et l'actuelle voirie (emprise publique) constituant le carrefour qui doit être reconfiguré à l'occasion du projet.

Le contexte urbain existant est un environnement fragmenté par les coupures routières de cet important carrefour, par les implantations discontinues du bâti et la proximité d'importantes emprises d'industries en mutation.

La communauté d'agglomérations Plaine Commune mène un projet urbain d'envergure autour du futur îlot gare. Il s'agit à la fois de densifier et d'offrir un nouveau caractère urbain et résidentiel qui s'articule avec la gare et bénéficie de la proximité du Parc G. Valbon.

Vue aérienne du carrefour existant – Source : Google, 16-12-15

14.3.12.2. Projet architectural et paysager

L'aménagement du terrain pour l'implantation de la gare nécessite un remodelage global du carrefour des « Six Routes ». Le bâtiment est positionné en retrait de la rue Saint-Denis afin de ménager un espace suffisant pour le parvis au nord. Celui-ci est aménagé en deux zones non délimitées mais qui fonctionnent naturellement de manière différente.

La première partie du parvis est située en vis-à-vis immédiat d'un espace prévu pour un vaste commerce en angle. La plantation d'arbres de haute tige délimitera naturellement un secteur plus calme dédié au repos et l'attente. Le secteur de parvis qui s'étend devant l'entrée de la gare est dégagé. Les limites du parvis sont occupées par les départs de lignes de bus, arrêt taxis et dépose minutes. Des passages piétons sont aménagés pour accéder aux quais du tramway T1.

La zone de parvis qui s'étend devant l'entrée de la gare est dégagée : seul l'arbre emblématique (paulownia) situé à l'extrémité est du parvis près du carrefour, joue le rôle de signal pour signifier l'entrée de la gare de La Courneuve « Six Routes ».

La gare présente un enjeu visuel car c'est une des gares prévues en site paysager sensible, implantée à proximité immédiate du nœud routier.

Plan masse du projet (Source : Chartier-Dalix)

La végétalisation de la toiture s'inspire des boisements naturels de l'Ile-de-France, en reprenant des essences indigènes ou locales. Sa structuration s'appuie sur trois strates (arborescentes, arbustives et herbacées). Son implantation respecte les aspects de structuration végétale rencontrée dans la nature (gradient de hauteur, lisière, prairie.)

Le bâtiment gare est un socle continu sur l'ensemble de l'îlot. Une voûte d'entrée se détache comme un signal clair. Le connexe est un immeuble posé sur ce socle qui tient une place importante dans la volumétrie de la gare. Sa façade sur le parvis présente un relief de gradins plantés dont la hauteur participe au visage du nouveau quartier.

Perspective de la Gare (source : Chartier-Dalix)

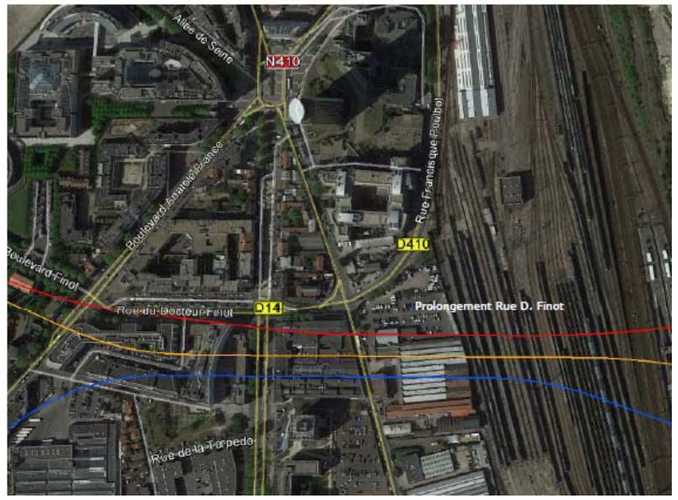
14.3.13. Gare de Saint-Denis Pleyel

14.3.13.1. Situation

Le contexte existant du quartier Pleyel de Saint-Denis est très hétéroclite par ses formes urbaines et par les activités qui s'y déroulent. La gare se positionne sur une parcelle occupée aujourd'hui principalement par une société de location de véhicules utilitaires. L'angle sud-ouest de la boîte gare déborde en souterrain sur la parcelle voisine de l'autre côté de la rue Pleyel. Le bâtiment voyageur est lui calé sur la partie est.

Le secteur Pleyel est aujourd'hui en pleine mutation, faisant partie du contrat de développement territorial du Territoire de la Culture et de la Création. Afin de reconstituer un tissu urbain fragmenté, il fait l'objet de l'étude spécifique dite « tête de réseau ».

La gare Pleyel fait partie des futures gares emblématiques du Grand Paris.



Plan de situation

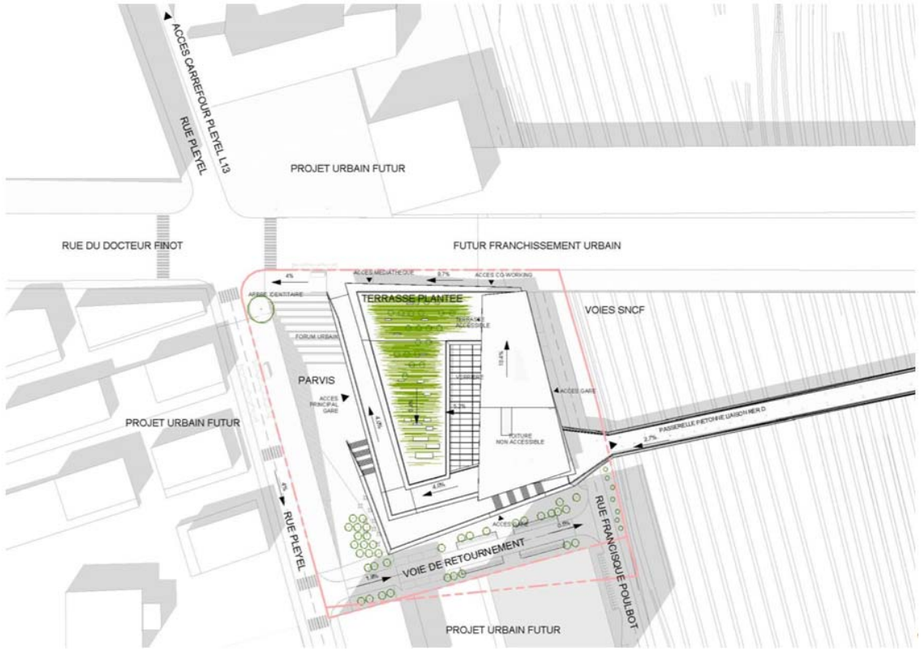
14.3.13.2. Projet architectural et paysager

La recherche de la continuité urbaine a été le guide de la conception architecturale. En effaçant les limites entre le parvis, la toiture et le pont, la gare assure une continuité urbaine en surface et tisse des connexions des deux côtés des voies. De plus, elle assure une continuité en profondeur, en faisant rentrer la lumière naturelle jusqu'au cœur des niveaux souterrains.

Afin de garantir des lieux ouverts à la vie urbaine et aux espaces publics, les principes d'aménagement proposés visent la création d'espaces lisibles et de parcours fluides autour de la gare et ses abords.

La partie sud du parvis, ombragée par les plantations d'arbres est imaginée comme le prolongement des futures activités commerciales vers l'extérieur. Pensée comme une lisière arborée, cette densification de la présence végétale sur le parvis, créée par les arbres, définit des espaces de pause ombragés et verdoyants en contraste avec les zones de flux plus minérales.

La plantation d'arbres en tige, dont les troncs élancés répondent au rythme vertical du revêtement de façade du bâtiment, permet d'offrir une qualité végétale spécifique au parvis, sans créer des obstacles aux flux voyageurs.



Plan masse du projet (Source : AUC)

Perspective de la Gare

14.3.14. Ouvrages annexes

Les ouvrages annexes qui sont de taille réduite regroupent les puits de ventilation et les accès secours.

Les émergences en surface ne seront « visuellement » pas raccrochées à un tracé et donc ne seront pas reconnues comme telles. En ce sens, elles doivent à minima être discrètes et être intégrées à l'existant. Les études architecturales en cours et à venir favoriseront une bonne insertion urbaine et paysagère de ces ouvrages.

Trois principales typologies ont été identifiées sur le projet :

- Ouvrages avec édicules (apparent)

- Ouvrages protégés par une clôture (apparent)

- Ouvrages sans émergence traités comme un jardin (arasé)

Lorsqu'ils sont dans un contexte de jardin ou de milieux plus naturels, les plantations et reboisements sont des mesures simples d'intégration paysagère.

Il convient notamment de donner une fonction (square, aire de jeux, esplanade…) aux abords des puits, notamment s'ils ne s'inscrivent pas directement dans l'espace public. Il a été convenu d'éviter également l'usage de matériaux ou de formes trop standardisées qui paraitraient trop « industriels » ; voire, au cas par cas, d'insérer les ouvrages dans des édicules assurant d'autres fonctions nécessaires à chaque site.

Les fiches suivantes présentent pour chaque ouvrage annexe, le pari architectural retenu et son insertion paysagère.

Puits 0704P - Bd de Nesles, Champs-sur-Marne

Ce site est situé sur une partie de l'emprise de la Gare de Noisy-Champs : lot industriel (Lave Bleu).

L'accès au puits pour les secours et pour la maintenance des équipements lourds se fera directement depuis la voirie (Bd de Nesles).

La parcelle utilisée comme zone de chantier fera, à postériori, l'objet d'une valorisation.

La configuration de ce puits et son implantation pourront certainement évoluer en fonction des réunions de travail avec les représentants du projet de l'EPA Marne autour de la gare Noisy- Champs.

Ouvrage sans émergence (jardin)

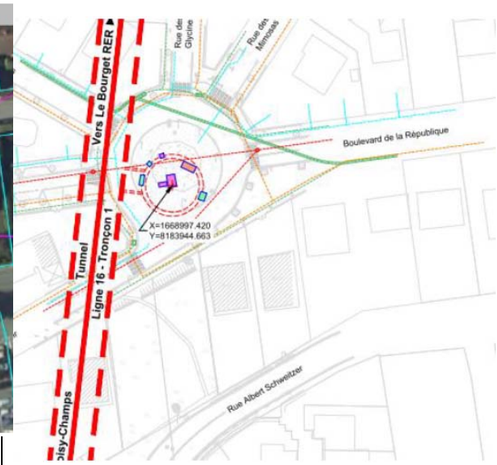
Les émergences seront placées de manière à permettre de requalifier au maximum la parcelle.

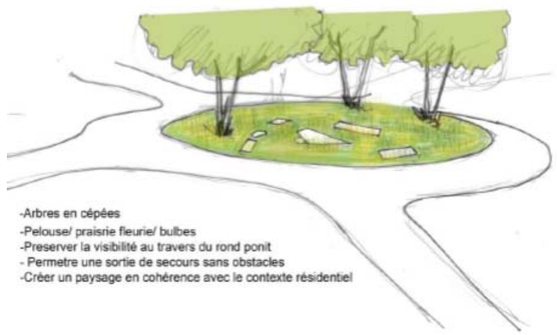
L'insertion urbaine est réalisée par la création d'une barrière végétale longeant les voieries.

Puits 0703P – Rd-pt Bd du Bel air, Gournay sur Marne

Le site est un giratoire entouré d'une zone pavillonnaire lui conférant un aspect très contraint vis-à-vis de la mise en place d'un chantier.

De manière à impacter le moins possible l'environnement (zone pavillonnaire, circulations), le puits et ses émergences sont placés entièrement sur le giratoire.





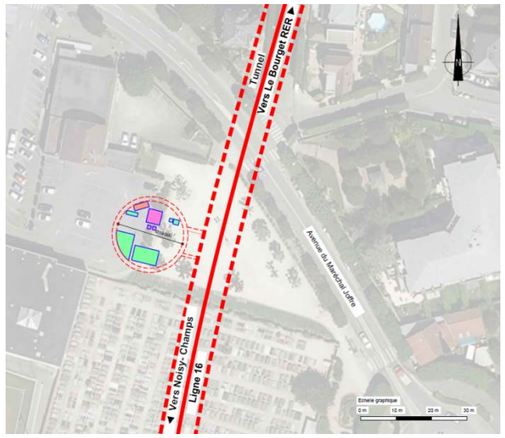
Ouvrage sans émergence (jardin)

Il s'agit de réaménager le rond-point en dissimulant le puits au sein d'une masse végétale.

Cette masse végétale ne doit ni entraver la visibilité des conducteurs ni être un obstacle pour la sortie de secours et rester dans une ambiance paysagère de type résidentielle.

Puits 0702P - Av des Champs, Gournay-sur-Marne

Le site est composé d'un espace public (terrain de pétanque) et d'une partie d'un parking d'un centre sportif.



Ouvrage sans émergence (jardin)

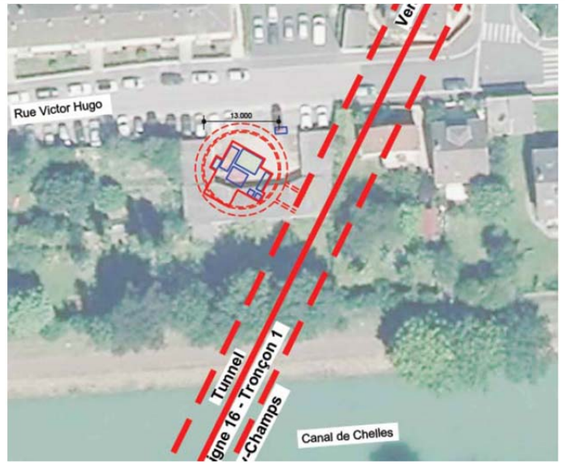
L'environnement est urbain, dégagé et végétalisé, l'aménagement doit être dissimulé dans une ambiance végétale.

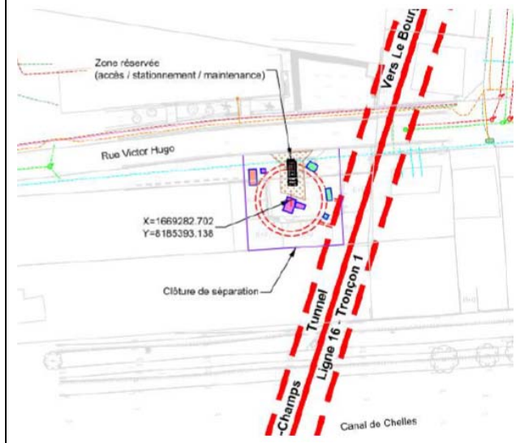
La sauvegarde des arbres existants est une priorité pour la mairie, ce qui doit être pris en compte dans le projet.

La typologie jardin a été retenue afin de créer une enveloppe végétale pour dissimuler le puits de ventilation et créer un fond de scène pour le boulodrome.

Puits 0701P - Rue V. Hugo, Chelles

Le site concerné est la zone englobant les parcelles pavillonnaires, les box et parkings extérieurs.





Ouvrage émergent (clôture de séparation)

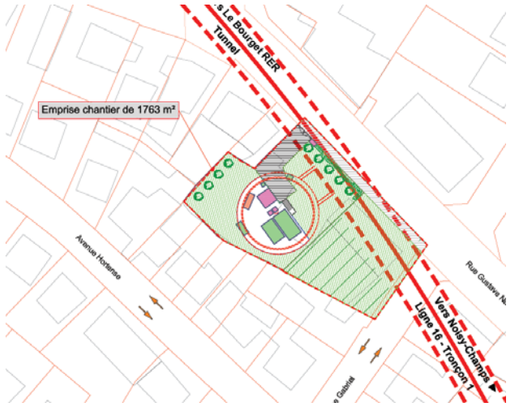
La zone est inondable (aléa fort selon PPRI) et par conséquent, les émergences sont placées dans un bâtiment.

Les émergences seront placées de manière à impacter le moins possible la parcelle du pavillon.

La zone où seront regroupées les émergences (emplacement actuel des box) sera séparée des parcelles voisines par une clôture de séparation végétal.

0605P - Rue G. Nast, Chelles

La parcelle concernée par la construction de ce puits est celle occupée actuellement par un concessionnaire automobile, à l'angle de la rue G. Nast et de l'avenue Gabriel.



Ouvrage émergent (clôture de séparation)

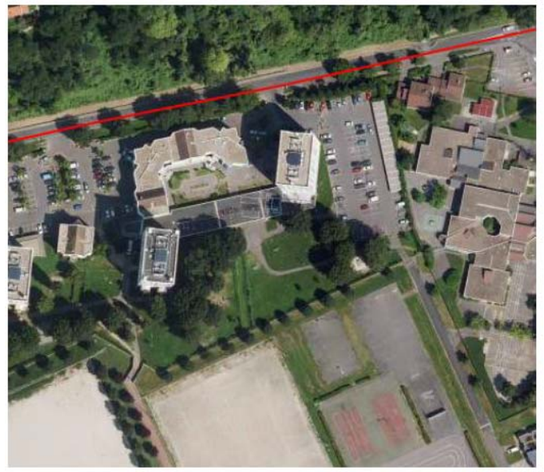
Le puits est placé le plus possible en fond de parcelle, afin de dégager une surface de parcelle à valoriser intéressante.

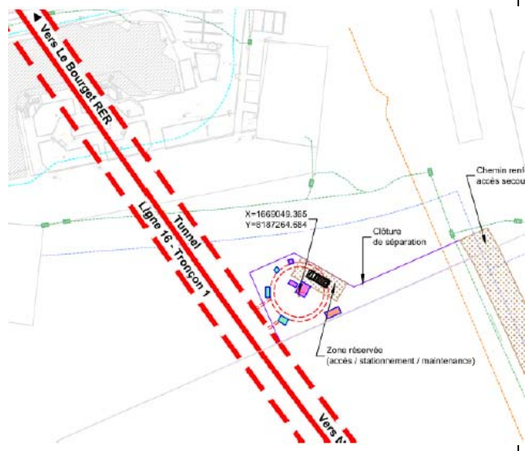
Le bâtiment prend la forme d'un demi-cylindre en béton brut.

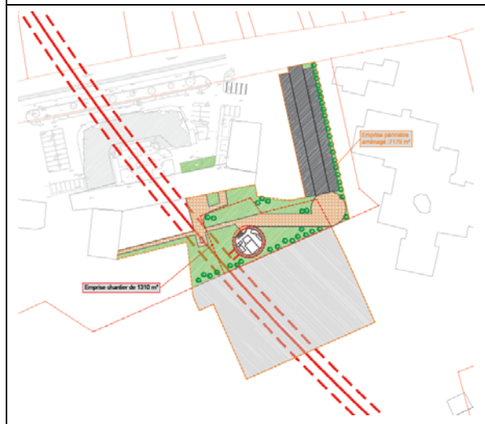
Un écran végétal permet de dissimuler le puits depuis l'espace public.

Puits 0604P – Allée de la Noue Brossard, Chelles

Le puits est implanté sur la zone non bâtie de la propriété appartenant à Marne Chantereine Habitat.







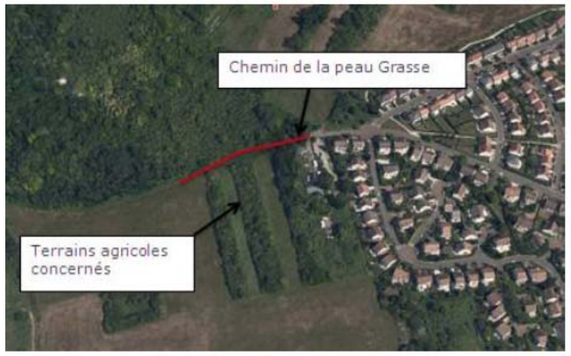
Ouvrage sans émergence (jardin)

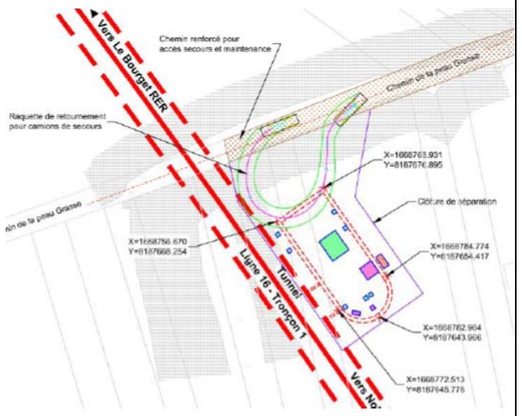
Prenant place au cœur d'un petit parc paysagé, le puits est accessible au public et peut servir d'espace de jeux. Le puits en béton brut, est entouré de végétation foisonnante.

Une clôture permettra de séparer la zone des émergences du reste de la parcelle.

Puits 0603P - Chemin de la Peau Grasse, Chelles

La mise en place d'un puits de ventilation sur le terrain agricole suppose la création d'une voie dimensionnée à minima pour le passage de camions pompiers





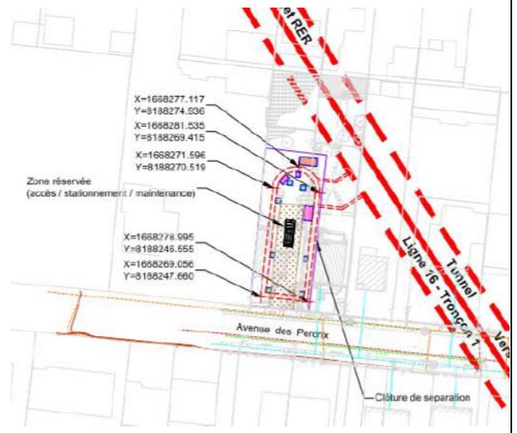
Ouvrage émergent (clôture de séparation)

L'objectif est de prendre le minimum d'emprises rurales .

Une clôture permettra de séparer la zone des émergences (dans laquelle il sera possible au camion de secours de se retourner, l'accès secours se situant à plus de 50 m d'une voirie) du reste de la parcelle.

Puits 0602P - Av des Perdrix, Montfermeil

La parcelle concernée par la construction de ce puits est une zone pavillonnaire au niveau de l'av des Perdrix à Montfermeil.



Ouvrage émergent (clôture de séparation)

Le puits est placé en grande partie sur la parcelle N°37, de manière à ne pas impacter la parcelle N°39. La parcelle n°41 est légèrement impactée par le bord du puits.

Puits 0601P - Rue des Abricots, Montfermeil

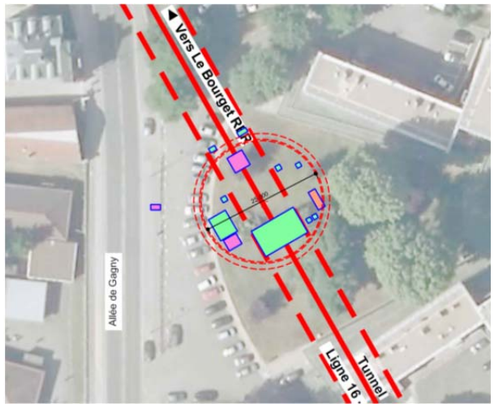
Les parcelles concernées par la construction de ce puits sont :
- Une parcelle où était implantée une ancienne station-service ;
- Une parcelle adjacente où est implanté actuellement un pavillon.

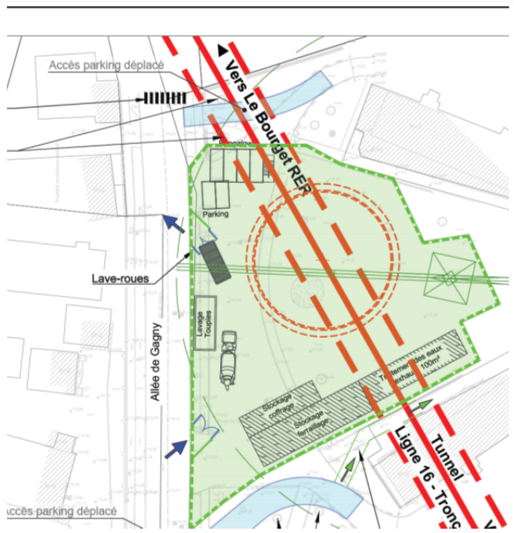
Ouvrage émergent (clôture de séparation)

Le parti retenu est de regrouper toutes les émergences dans une zone la plus compacte possible, afin de permettre la valorisation du reste de la parcelle.

0504P – Allée de Gagny, Clichy-sous-Bois

Le site d'implantation est concerné par les zones parking et pelouse d'une seule et même parcelle.





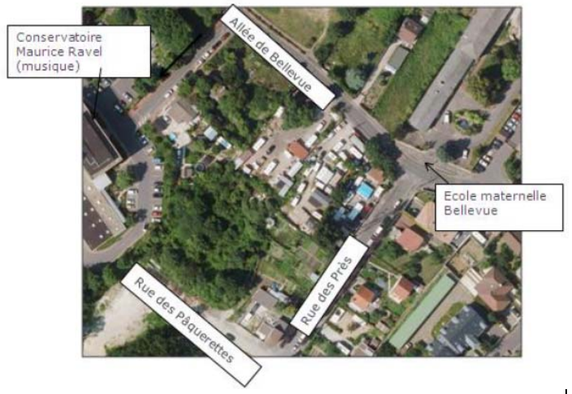
Ouvrage sans émergence (jardin)

L'environnement est urbain, dégagé et végétalisé, il s'agit donc de regrouper toutes les émergences dans une zone la plus compacte possible, afin d'impacter au minimum la pelouse.

Afin de conserver au maximum le cadre « paysager » de la pelouse, la grille de ventilation restera au même niveau que la pelouse, et donc, avec une surface de 60 m².

Puits 0503P – Chemin de Clichy, Clichy-sous-Bois

L'implantation considérée pour le puits est la parcelle publique n°381, côté conservatoire. Cette parcelle est occupée partiellement par des familles aux logements précaires, et, est concernée par un programme de la ville, de réalisation de maisons individuelles pour les familles.



Ouvrage émergent (clôture de séparation)

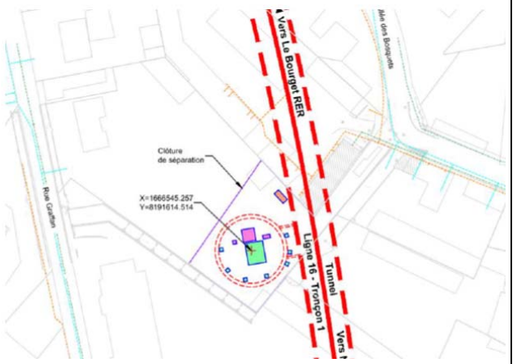
La zone en question est en relief avec un talus entre la rue des Pâquerettes et la parcelle d'implantation du puits.

Une clôture permettra de séparer les émergences du puits et l'accès réservé, du reste de la parcelle.

Puits 0502P - Allée des Bosquets, Livry-Gargan

Le site considéré est en partage avec un projet immobilier, ainsi seule la partie sud de la parcelle est disponible pour le puits 0502P.

À noter que toute construction (dont le projet NOVASTRADA) devra respecter une distance minimale de 8 m avec la grille de ventilation du puits.



Ouvrage émergent (clôture de séparation)

L'environnement est dense en bâti et assez hétérogène.

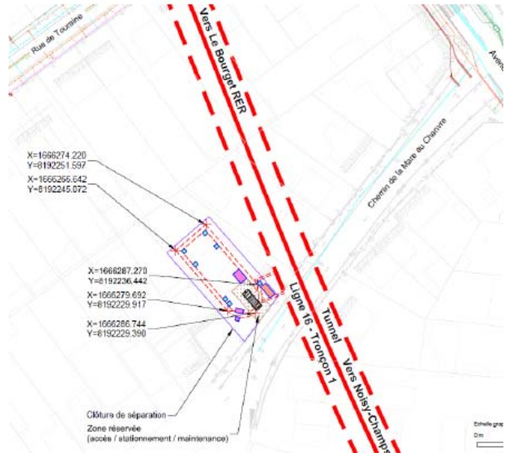
L'implantation envisagée au niveau du site consiste à s'aligner sur les façades arrière du bâtiment de logement du 7 rue Eugène Masse, afin d'impacter au minimum les logements donnant de ce côté.

La présence du projet immobilier NOVASTRADA positionné à proximité demande une enveloppe esthétique.

Puits 0501P - Chemin de la Mare au Chanvre, Sevran

Le site est sur deux parcelles privées. L'environnement du site d'implantation pour le puits correspond à une zone pavillonnaire avec les contraintes correspondantes en termes d'accessibilité.

Il s'agit d'implanter les émergences de façon à permettre la reconstitution et la revalorisation de la plus grande partie des parcelles.



Ouvrage émergent (clôture de séparation)

L'enjeu de l'insertion architecturale de l'émergence du puits 0501P est de réaliser un bâtiment technique intégré de façon évidente dans un tissu composé de maisons individuelles, lisible comme un pavillon singulier depuis l'espace public et les parcelles limitrophes.

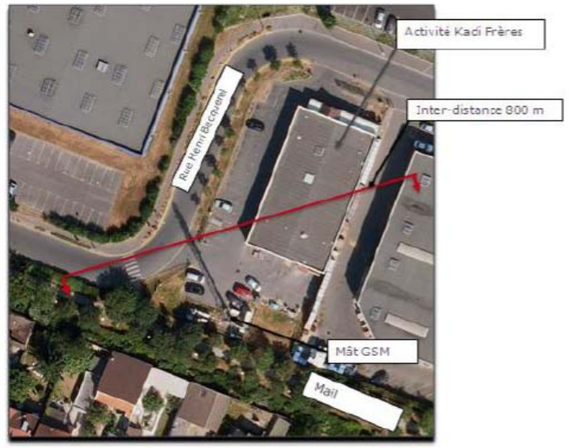
La surface inoccupée de la parcelle est plantée de charmes, répondant aux plantations groupées de la parcelle voisine, et réalisant une place végétale à l'angle de la rue du Limousin et du chemin de la Mare au Chanvre.

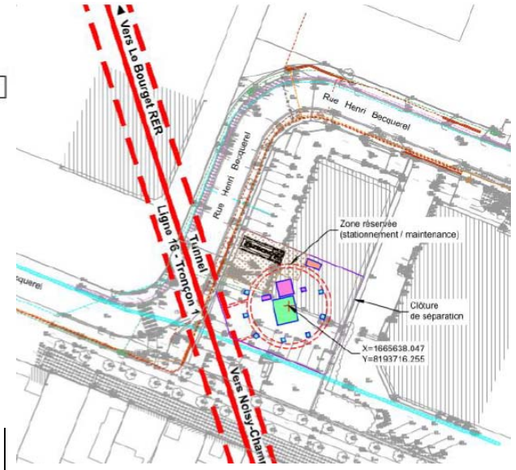
Puits 0401P – Rue H. Becquerel, Sevran

Le site est occupé par un bâtiment industriel qui sera démoli.

Le mail (arbres) voisin au site et le mat GSM ont été préservés.

Le parti architectural retenu est de regrouper toutes les émergences dans une zone la plus compacte possible, afin de permettre la valorisation du reste de la parcelle.





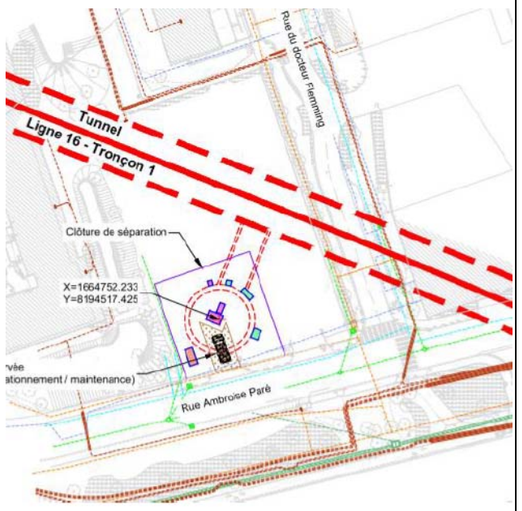
Ouvrage émergent (clôture de séparation)

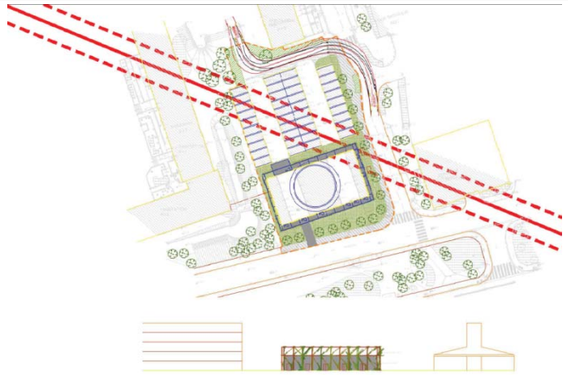
Une clôture permettra de séparer la zone des émergences de l'accès au mât GSM et du reste de la parcelle pouvant être valorisé.

Puits 0303P - Rue du Dr Fleming, Aulnay-sous-Bois

La zone considérée pour l'implantation du puits est un ensemble de garages de type box privés.

Il s'agit de regrouper toutes les émergences dans une zone la plus compacte possible.





Ouvrage émergent (clôture de séparation)

Le puits de ventilation est un ouvrage circulaire avec une excroissance sur 1 niveau en emergence.

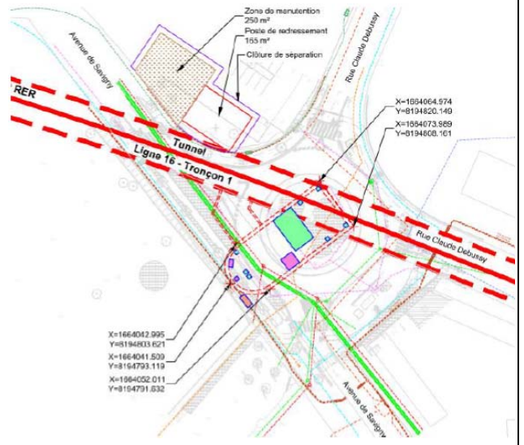
La parcelle autour de l'émergence sera fortement végétalisée et la végétation grimpera sur la maille métallique.

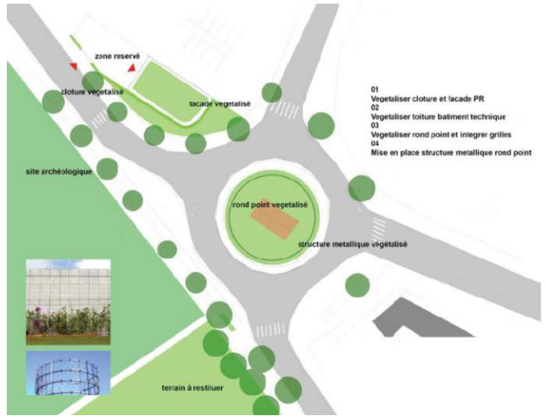
Une clôture séparant les émergences du reste de la parcelle sera mise en place

Puits 0302P – Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy, Aulnay-Sous-Bois

Il est recherché une implantation du puits sur le domaine public autant que possible.

Le puits est implanté en grande partie sur le giratoire, mais une partie (extrémité circulaire descendant jusqu'au niveau tunnel) déborde sur le terrain vague au sud de l'avenue de Savigny. Cependant, l'ensemble des émergences sont situées sur le giratoire.





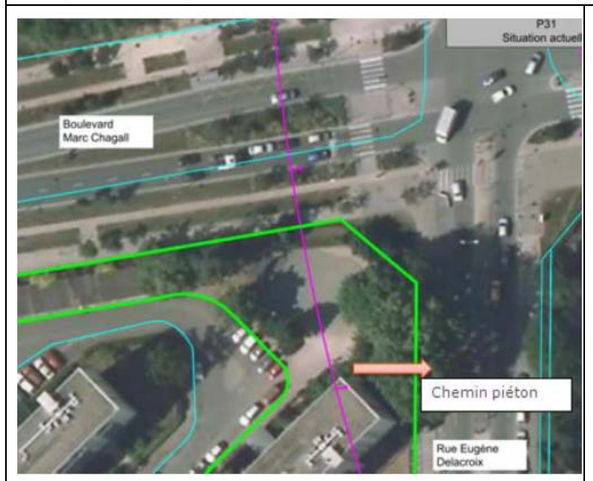
Ouvrage avec émergence

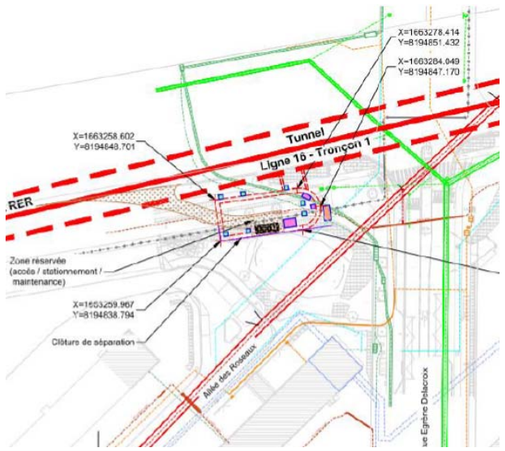
Du côté trottoir, les grilles de ventilation seront dissimulées dans la circulation piétonne. Elles seront arasées dans un revêtement de sol. Du côté rond-point, la boite est subsurface sera enveloppée de végétal.

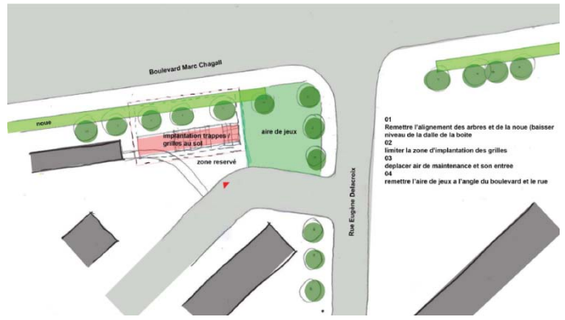
Puits 0301P – Carrefour Bd M. Chagall / Rue E. Delacroix, Aulnay-sous-Bois

Le site est positionné en utilisant le plus possible les emprises publiques que sont les trottoirs et la piste cyclable (adjacents au Bd M. Chagall) afin d'avoir un impact faible sur le parking.

Il s'agit de regrouper toutes les émergences dans une zone la plus réduite possible et hors de la parcelle « Logement Français ».







Ouvrage avec émergence

Le puits est au final implanté en grande partie sur le domaine public (trottoir, piste cyclable et végétalisation). Les émergences seront disposées de manière à pouvoir reconstituer la noue (fossé drainant) au-dessus de la dalle de couverture du puits.

0210P- Rd-pt RD40

L'implantation considérée pour le puits est le terre-plein de la RN370, à proximité du rond-point de la RD40 à Aulnay-sous-Bois

Ouvrage sans émergence

La configuration circulaire permet de limiter l'impact sur la parcelle et donc une meilleure valorisation du foncier acquis par la Société du Grand Paris.

Débranchement SMI-SMR

L'emprise chantier s'étend sur tout le terre-plein central entre les deux sens de circulation de l'ex RN2 depuis le carrefour de l'Europe jusqu'aux échangeurs entre l'ex-RN2 et l'autoroute A3.

La partie la plus à l'est servira dans un premier temps de zone chantier pour la réalisation del'ouvrage de débranchement.

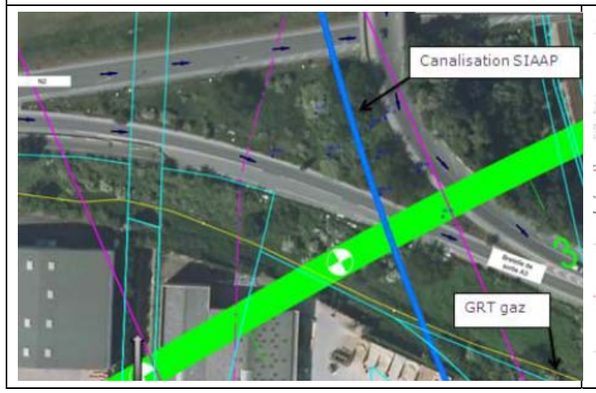
La partie ouest de l'emprise servira de zone chantier pour un tunnelier.

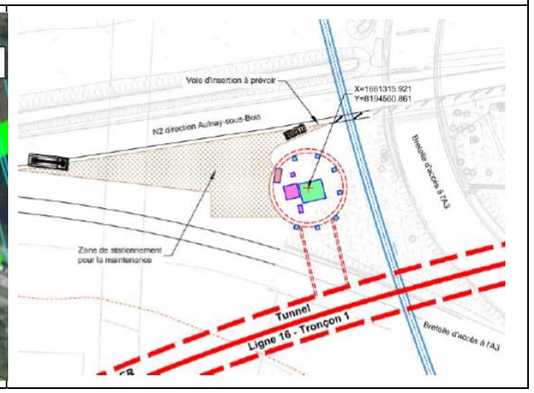
Il n'existe pas à ce jour de projet défini pour le futur de cette zone. Par conséquent, l'emplacement sera remis à l'identique. Le réaménagement de la parcelle sera coordonné avec la réalisation du puits 0202P situé à proximité.

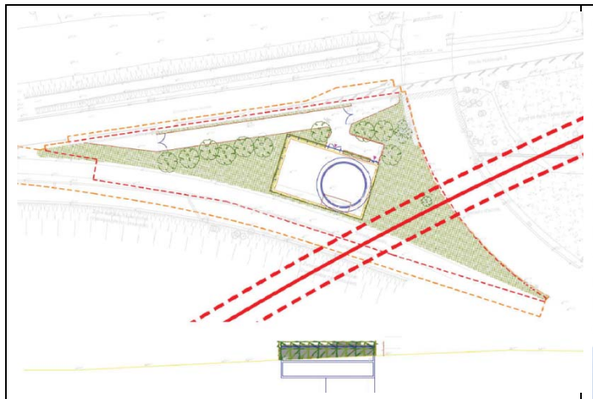
Cette zone sera remise en zone en herbe avec les différentes grilles en émergence et une piste d'accès depuis le rond-point.

Puits 0201P - Échangeur A3, Aulnay-sous-Bois/Le Blanc Mesnil

Le puits se localise au niveau du délaissé des voies rapides N2 et échangeur A3. Il est contraint par la présence d'une canalisation SIAAP et du canal de la Morée.





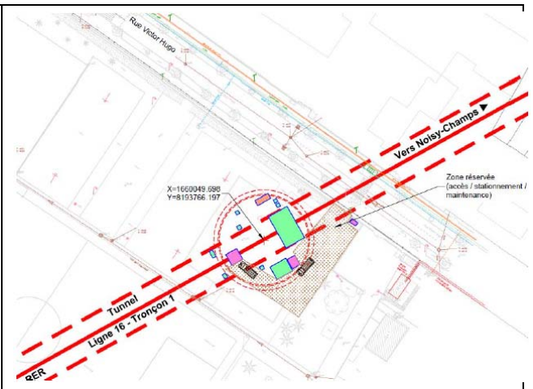


Ouvrage avec émergence

Il s'agit d'un ouvrage circulaire (partie enterrée) avec une boîte en surface dont un niveau est enterré de manière superficiel et l'autre niveau implanté en émergence.

La façade de l'émergence est traitée avec une structure métallique constituée d'une maille métallique.

La parcelle autour de l'émergence est fortement végétalisée et la végétation grimpera sur la maille métallique. A terme l'émergence sera envahie par la végétation locale et s'intégrera parfaitement dans son entourage.



Ouvrage émergent (clôture de séparation)

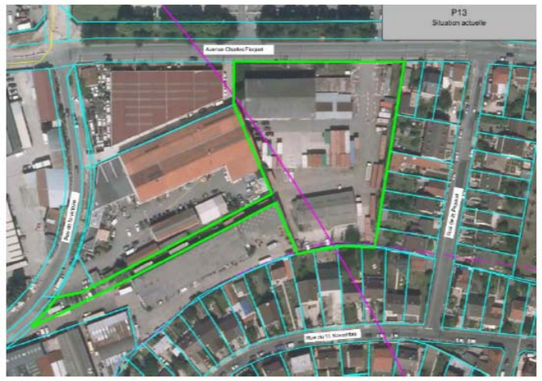
Les émergences seront séparées du centre sportif par une clôture de séparation.

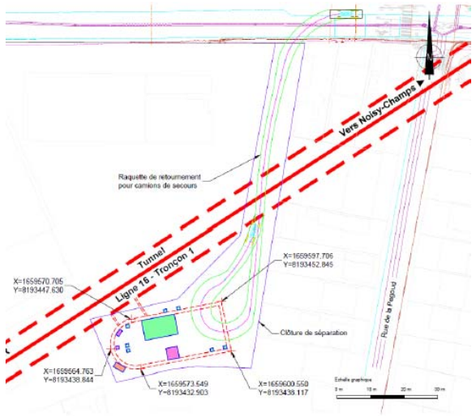
Puits 0104P - Rue V. Hugo (n°99), Le Blanc Mesnil

Le site est un terrain de sport public. L'emprise impactera un terrain de volley et un terrain de basket.

Puits 0103P - Av C. Floquet, Le Blanc Mesnil

La parcelle est actuellement occupée par une activité industrielle.





Ouvrage avec émergence

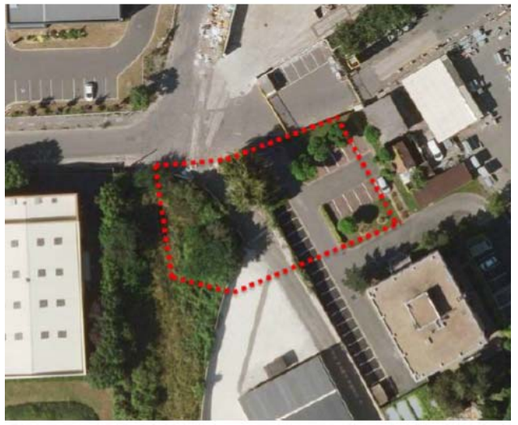
Le volume émergent est organisé en « L », ce qui permet de limité la confrontation du bâtiment avec le tissu pavillonnaire alentour.

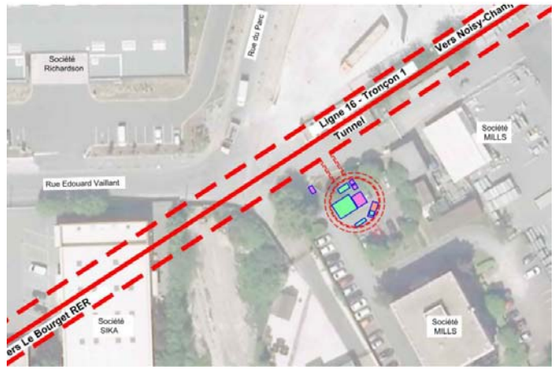
Les plus petites façades sont orientées vers les pavillons alors que les plus longues servent de limites avec le parcellaire industriel. Cette composition limite l'impact du bâtiment avec son environnement proche.

Une clôture de séparation sera prévue pour délimiter la zone d'exploitation du puits.

Puits 0102P - Rue E. Vaillant, Le Bourget

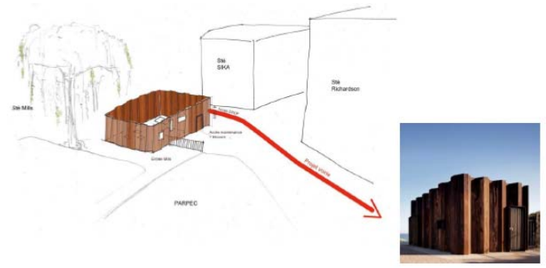
L'ouvrage annexe 0102P se situe dans une zone industrielle, d'entreprises. La zone concernée est principalement le site de la société Mills et la voie d'accès au poste transformateur. L'insertion se fera sur une partie d'une parcelle privée (Mills) qui est constituée de places de parking et un délaissé végétal.





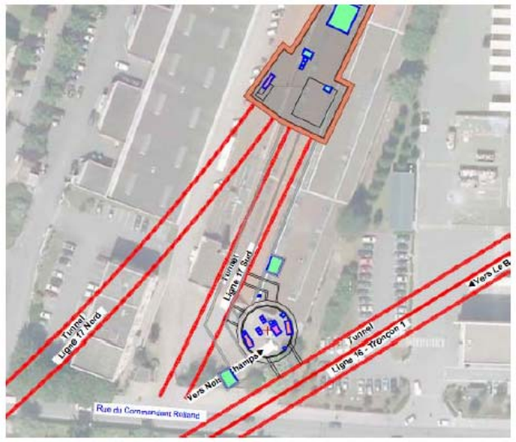
Ouvrage émergent (clôture de séparation)

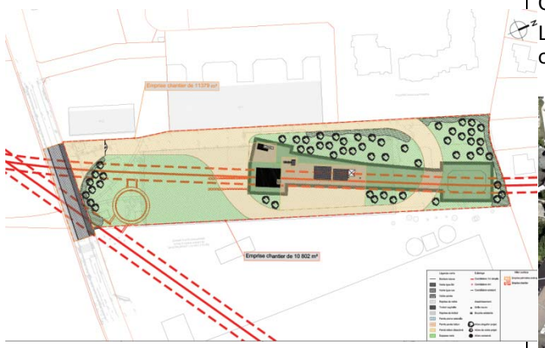
Le principe retenu est la mise en place d'une clôture haute qui s'inspire de l'architecture industrielle en utilisant des tôles et des bardages métalliques de façade.



Puits 3406P – Rue du Cdt Rolland, Le Bourget

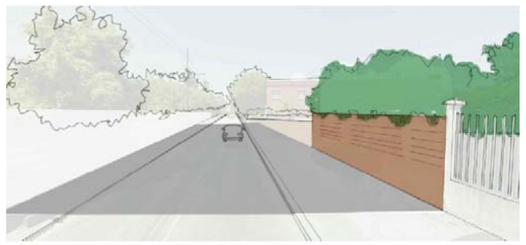
Ce puits est localisé dans un lot industriel (précédemment occupé par la société Mc Neil AKRON REPIQUET).
Le puits 0101P est constitué de deux puits reliant les lignes 16 et 17.





Ouvrage avec émergence

L'insertion se fera sur une parcelle industrielle qui est commune avec l'ouvrage d'entonnement est.

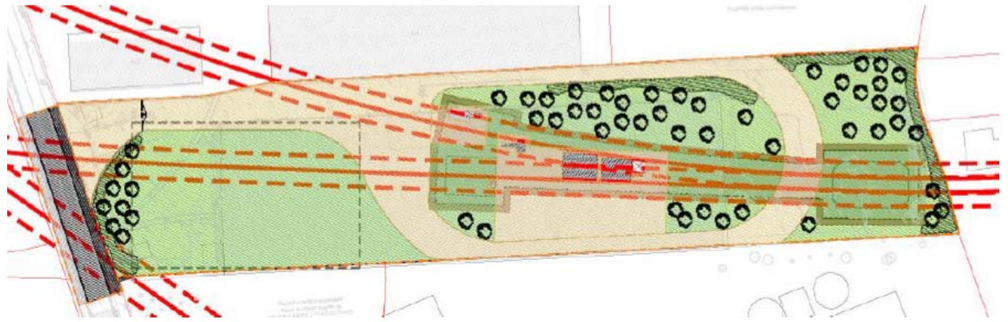


Entonnement Est – 0101P, rue du Cdt Rolland

Le site est occupé actuellement par l'ancienne usine MC Neil Acron, partiellement reconvertie en locaux des services communaux.

Cet ouvrage servira de puits de sortie pour les tunneliers.

Installation chantier



Le réaménagement de la parcelle sera coordonné avec la réalisation du puits 0101P situé à proximité.

Il n'existe pas à ce jour de projet défini pour le futur de cette zone. L'ouvrage n'aura que des émergences en surface.

L'aménagement comprend la plantation d'arbres et la réalisation d'une piste d'accès aux différentes émergences.

Entonnement Ouest

L'emprise est délimitée par les voies SNCF au Sud, une zone industrielle à l'ouest et la rue de Verdun au nord-est.

Le site est occupé actuellement par différents hangars et entrepôts sur la zone industrielle du Bas Martineau.

La surface totale de cette emprise est d'environ 6.7 ha.

Ce site de chantier assure des fonctionnalités importantes pour la réalisation des tunnels. L'emprise de chantier nécessaire au lancement des quatre tunneliers est bien supérieure à la stricte surface de l'entonnement.

A ce stade des études, il n'existe pas de projet défini pour le futur de cette zone.

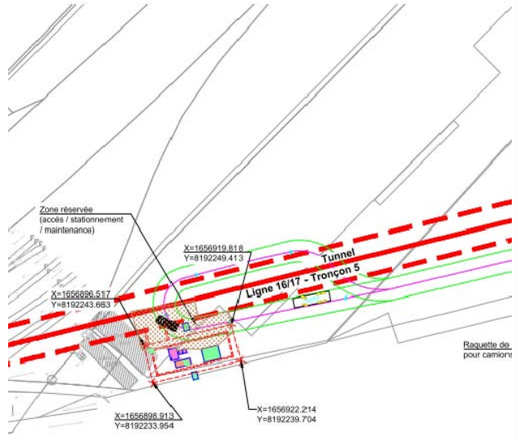
L'ouvrage présente des émergences en surface (trémies, accès de secours). L'aménagement de la zone de l'entonnement comprend la plantation d'arbres et la réalisation d'une piste d'accès aux différentes émergences. Cette piste devra également permettre l'accès au puits 3403 P.

Le réaménagement de la parcelle sera coordonné avec la réalisation du puits 0100P situé au sein de la zone de chantier.

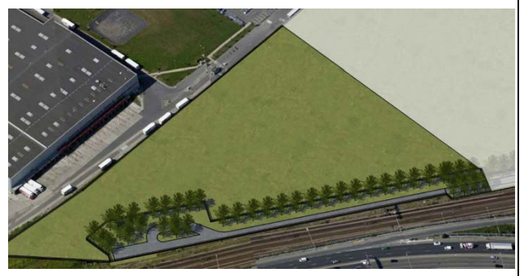
OA 3403P - Rue de Verdun, La Courneuve

Un ensemble de bâtiments industriels situés à proximité de voies SNCF ayant récemment brûlés, l'OA 3403P sera implanté sur ce site. La parcelle est en cours d'acquisition par la Société du Grand Paris.

Ce site est commun à l'entonnement ouest.

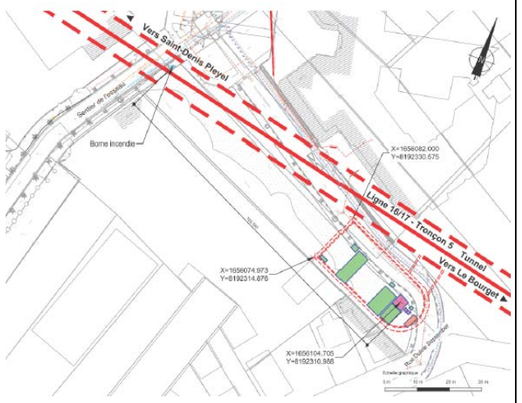


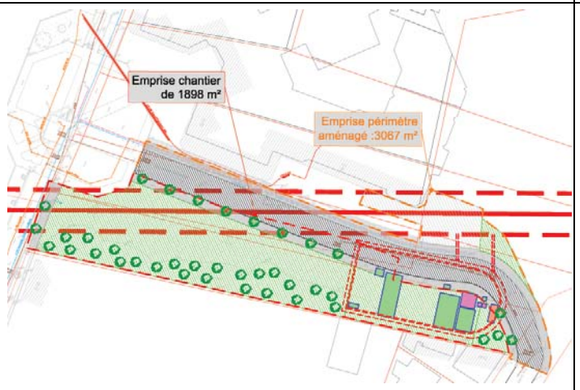
Ouvrage sans émergence avec clôture de séparation



OA 3402P - Rue D. September, La Courneuve

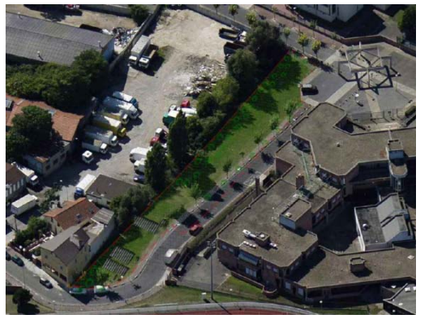
L'emprise impact l'espace vert en face du Lycée Jacques Brel. Les objectifs d'implantation est de minimiser des impacts sur l'exploitation du Lycée et son accès.





Ouvrage sans émergence

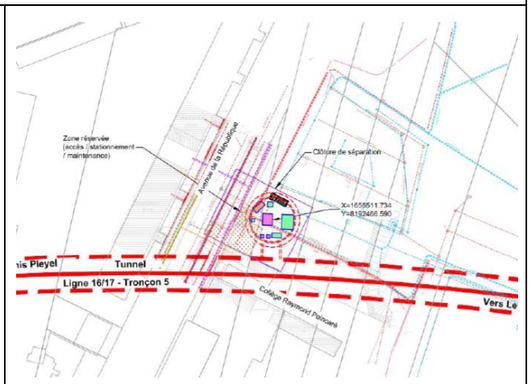
La conception du puits a été guidée par la nécessité d'implanter les émergences dans les espaces verts afin de redonner la circulation (route et trottoir) aux usagers de la rue Dulcie September.

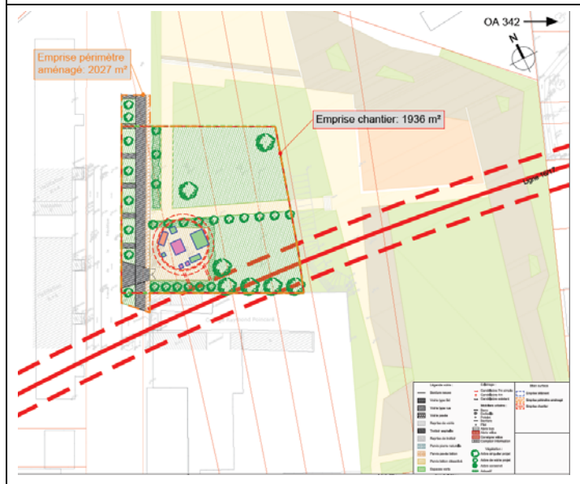


OA 3401P - Av de la République, La Courneuve

Les puits se trouvent dans un tissu urbain dense. Cela implique une installation de chantier compacte et une limitation maximale des nuisances pour les riverains.

Le site est composé principalement du Parc de la Liberté (inauguré en 2015) et les trottoirs de l'avenue de la République.

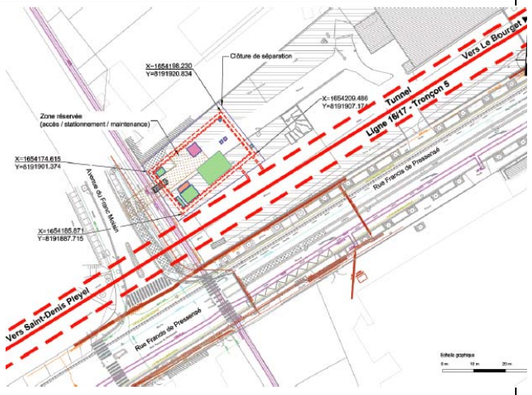


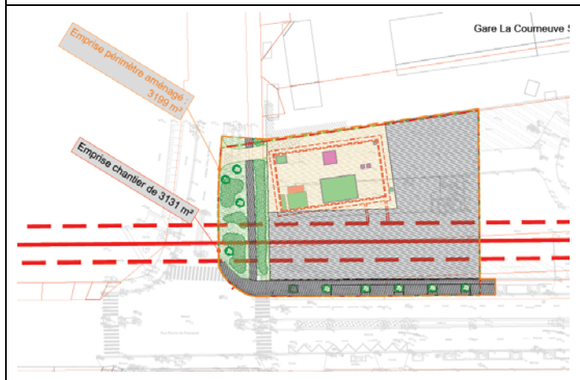


Ouvrage avec clôture de séparation

OA 3304P - Rue F. de Pressensé, Saint-Denis

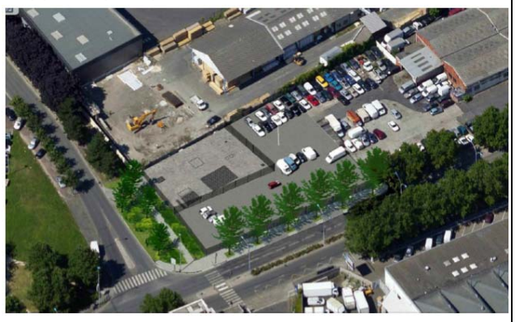
Le site concerné est un ensemble de lots industriels : il s'agit de la fourrière Jean Jaurès.





Ouvrage sans émergence avec clôture de séparation

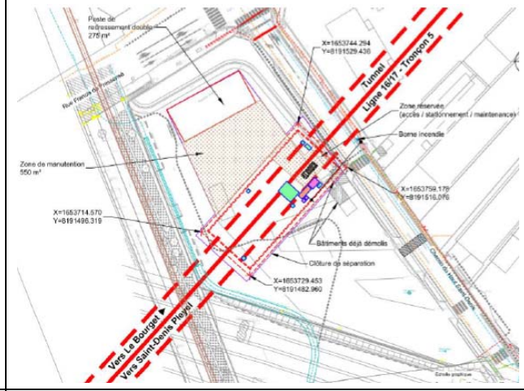
La conception du puits a été guidée par la nécessité de disposer la trappe accès secours et la trappe au plus près de la voirie.



Puits 3303P - Chemin du Haut Saint-Denis, Aubervilliers

Le site d'implantation du puits concerne les parcelles d'un ancien site industriel (TRAPIL).

Ce puits est associé à un poste de redressement de 11 m x 15 m.



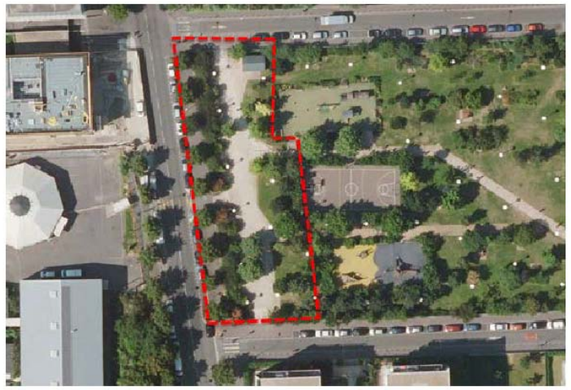
Ouvrage émergent (clôture de séparation)

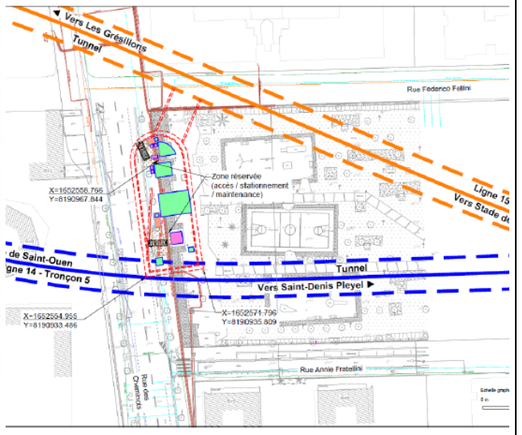
Conformément à la réglementation, le puits est situé à moins de 50 m d'une voie routière et la grille de ventilation est située à plus de 8 m des ouvertures du bâti. L'accès à la zone de stationnement et de maintenance se fera depuis le Chemin du Haut Saint-Denis.

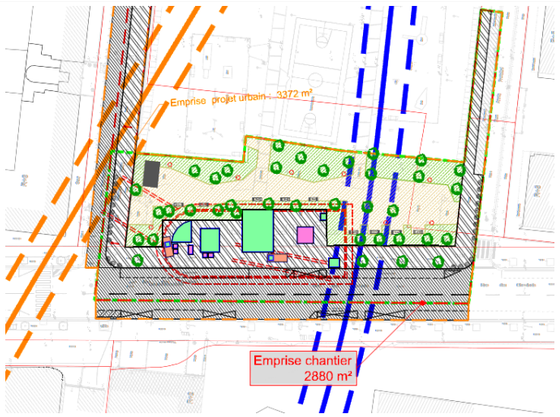
Puits 6301P - Rue des Cheminots, Saint-Denis

L'emprise est sur le site du square des acrobates.

Le périmètre permet d'éviter l'impact sur le terrain de basket et sur le terrain de jeu.





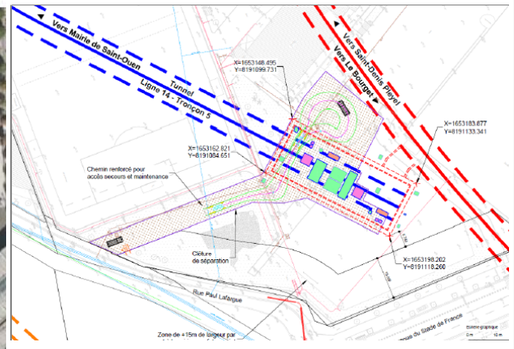


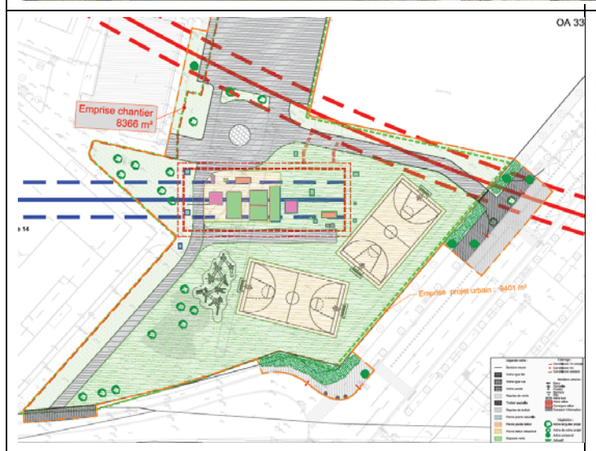
Ouvrage sans émergence avec clôture de séparation

La conception du puits a été guidée par la nécessité d'implanter les émergences en dehors de la zone de circulation et de stationnement de la rue des Cheminots.

Puits 3302P - Stade N. Mandela, Saint-Denis

Le site est sur les terrains du complexe sportif Nelson Mandela.





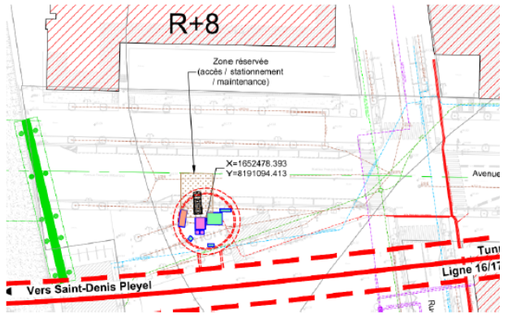
Ouvrage sans émergence

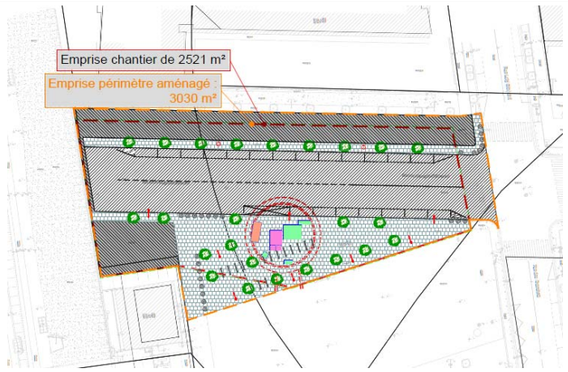
Il s'agit de regrouper toutes les émergences dans une zone la plus compacte possible, afin de respecter la zone de futur projet et la raquette de retournement nécessaire au camion des secours en phase d'exploitation.

Un traitement paysager est prévu afin d'insérer l'ouvrage dans son environnement.

Puits 3301P – Place aux Etoiles, Saint-Denis

Le site concerné est uniquement composé de parcelles publiques.





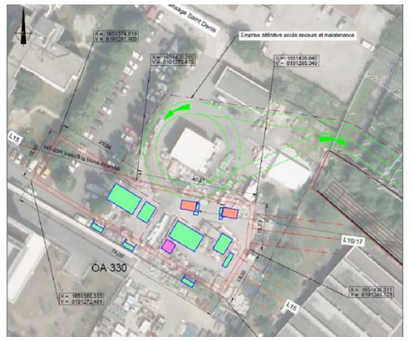
Ouvrage sans émergence

La conception du puits a été en partie guidée par l'obligation de positionner les émergences dans la zone piétonne (place aux Etoiles et trottoirs). En effet, celles-ci ne peuvent pas se situer sur une zone circulable.

Puits 3300P - Bd Finot, Saint-Ouen

Du fait de sa fonction d'ouvrage de liaison entre les lignes 15, 16 et 17, cet ouvrage ressemble plus à un entonnement qu'à un ouvrage annexe « typique ».

La zone concernée par la construction de l'OA 332 empiète sur la parcelle du Centre Technique de Maintenance de la Commune de Saint-Ouen à l'est et sur celle de la résidence « Foyer Africain » à l'ouest.



14.3.14.1. Récapitulatif des mesures pour les ouvrages annexes

D'une manière générale, afin de faciliter l'insertion paysagère des ouvrages annexes, une réflexion portant sur les espaces publics, leur fonction, les espèces végétales à utiliser et les matériaux de construction sera menée, en partenariat avec les collectivités concernées.

Lorsqu'ils sont dans un contexte de jardin ou de milieux plus naturels, les plantations et reboisements sont des mesures simples d'intégration paysagère.

L'insertion de ces ouvrages doit être particulièrement soignée lorsqu'ils s'inscrivent dans un contexte sensible.

Les dispositifs de clôture

Les clôtures auront pour vocation de délimiter les parcelles et de fermer l'espace privé ou public.

Certaines clôtures en bordure de parcelles privées seront opaques afin d'empêcher la visibilité depuis l'extérieur.

D'autres où la transparence est requise ou tolérée, comme en bordure de voie ferrée, seront équipées de clôtures végétalisées avec des treillis soudés.

Enfin, pour les espaces publics (comme par exemple les parcs urbains) des clôtures végétalisées seront mises en place.

Le tableau ci-après détaille les types de clôtures prévues pour les différents ouvrages annexes.

Ouvrages	Clôture opaque	Grillage	Clôture végétalisée
OA 0704			
OA 0703			
OA 0702			
OA 0701			
OA 0605	●		●
OA 0604			
OA 0603		●	
OA 0602	●	●	
OA 0601		●	●
OA 0504			
OA 0503	●		
OA 0502		●	
OA 0501			●
OA 0401			●
OA 0303			●
OA 0302			●
OA 0301			
OA 0220	-	-	-
OA 0210			
OA 0202			
OA 0201			
OA 0104			
OA 0103			
OA 0102	●		
OA 0101	●		
OA 0100			
OA 3300	●		
OA 3301			
OA 3302			
OA 3303	●		●
OA 3304	●		
OA 3401			●
OA 3402			
OA 3403		●	
OA 6301			●
OA 6302			

Répartition des types de clôtures prévues pour chaque ouvrage annexe

Strate arborée et basse

Les essences végétales seront choisies en fonction de leur localisation et de leur environnement dans l'espace public et privé.

Les fonds de parcelle sont proposés plantés de différentes strates végétales pour créer un masque paysager.

Les haies arbustives créent des barrières naturelles efficaces, elles seront positionnées en limite du parcellaire pour séparer du foncier ou en cœur de parcelle pour camoufler les structures de maintenance. Le long des routes ou des parcs elles auront une fonction séparative ou d'embellissement en restitution de l'espace public ou privé existant.

Les différents aménagements prévus par ouvrage sont listés dans le tableau suivant.

Ouvrages	Arbre isolé	Arbres en bosquet	Alignement urbain	Alignement d'infrastructure	Haie	Espace vert qualitatif	Prairie fleurie
OA 0704		●		●			
OA 0703		●			●		
OA 0702	●				●		
OA 0701	●						
OA 0605					●	●	
OA 0604	●						●
OA 0603		●					●
OA 0602		●					
OA 0601	-	-	-	-	-	-	-
OA 0504	●		●			●	
OA 0503			●		●	●	
OA 0502							
OA 0501			●		●		
OA 0401					●		●
OA 0303	●						
OA 0302	●						
OA 0301	●					●	
OA 0220					●		
OA 0210					●		
OA 0202		●					
OA 0201	●				●		●
OA 0104					●		●
OA 0103					●	●	
OA 0102	●	●			●	●	
OA 0101	●		●			●	
OA 0100			●				
OA 3300							
OA 3301		●				●	
OA 3302	●					●	
OA 3303		●	●			●	
OA 3304	●					●	
OA 3401	●	●	●		●	●	
OA 3402	●		●		●		
OA 3403				●			
OA 6301	●	●			●	●	
OA 6302						●	

Répartition des types de végétation prévue pour chaque ouvrage annexe

14.3.15. Mesures d'accompagnement en faveur du paysage

14.3.15.1. Mesures d'évitement

Outre le principe d'aménagement de la ligne en souterrain, les études préliminaires ont cherché à éviter les secteurs les plus sensibles.

14.3.15.2. Mesures de réduction spécifiques aux gares

Comme évoqué précédemment, la charte architecturale et paysagère, les démarches menées avec les collectivités locales dans le cadre des Contrats de Développement Territorial permet d'assurer l'intégration paysagère des gares. La requalification urbaine associée au projet est de nature à renforcer la qualité et l'unité des zones urbaines concernées.

14.3.15.3. Mesures de réduction spécifiques aux ouvrages annexes

Comme évoqué précédemment, la charte architecturale et paysagère permet d'assurer l'intégration paysagère ouvrages annexes.

14.3.16. Synthèse des impacts et des mesures au niveau du projet

14.3.16.1. Phase Chantier

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Pas d'élément ponctuel remarquable	Effets visuels en phase chantier forts mais limités aux abords immédiats des emprises chantier.	Préserver les structures paysagères existantes (alignements d'arbres…) Soigner la tenue et les abords du chantier (palissade, propreté…)	Impact visuel faible	Sans objet
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Présence d'un site inscrit « Mairie et son parc ».	Effets visuels en phase chantier forts mais limités aux abords immédiats des emprises chantier (contexte urbain dense)	Préserver les structures paysagères existantes (alignements d'arbres…) Soigner la tenue et les abords du chantier (palissade, propreté…)	Impact visuel faible	Sans objet
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Quelques sites ponctuels d'intérêt paysagés : parcs paysagers du Sausset, de la Poudrerie de Sevran et de la Forêt Régionale de Bondy	La grande perspective visuelle depuis le canal, lorsqu'il traverse le site classé, donnera à voir sur le chantier de la gare. Les effets visuels seront modérés à forts. En revanche, depuis le site classé, le paysage est fermé par la trame boisée, il n'y a pas d'interactions visuelles.	Optimisation des emprises chantier au nord Soigner la tenue et les abords du chantier (palissade, propreté…) Préserver les structures paysagères existantes (alignements d'arbres…) Maintien de la végétation sur le talus nord du canal Limitation de la durée des travaux dans l'axe de la perspective	Impact visuel modéré	Sans objet
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Paysage urbain dense.	Effets visuels en phase chantier forts mais limités aux abords immédiats des emprises chantier (contexte urbain dense) Au niveau du Parc Jean Duclos : Effets visuels forts	Préserver les structures paysagères existantes (alignements d'arbres…) Soigner la tenue et les abords du chantier (palissade, propreté…) Limiter au maximum l'emprise chantier et les déboisements aux abords du terrain des sports Maintenir les continuités piétonnes transversales pendant les travaux Elaboration d'un projet paysager spécifique	Impact visuel faible	Sans objet
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Paysage urbain dense en cours de reconversion	Effets visuels en phase chantier forts mais limités aux abords immédiats des emprises chantier (contexte urbain dense)	Préserver les structures paysagères existantes (alignements d'arbres…) Soigner la tenue et les abords du chantier (palissade, propreté…)	Impact visuel faible	Sans objet

14.3.16.2. Phase exploitation

Secteur Noisy-Champs / Chelles

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
OA 0704P Bd de Nesles	Pas d'élément ponctuel remarquable	Impact visuel modéré	Les émergences seront regroupées et placées de manière à revaloriser la parcelle	Impact visuel faible	Sans objet
OA 0703P Rd-pt du Bel-Air		Impact visuel faible	Réaménagement du rond-point	Impact visuel nul	Sans objet
OA 0702P Av des Champs		Impact visuel fort Ouvrage sans émergence dans un espace public	Sauvegarde des arbres existants Clôture végétale (haie) pour dissimuler les émergences depuis l'espace public	Impact visuel faible	Sans objet
OA 0701P Rue V. Hugo		Impact visuel modéré	Insertion paysagère et traitement architectural du bâtiment	Impact visuel faible	Sans objet
Gare de Chelles – 07CHL		Impact visuel modéré	Projet architectural venant compléter le pôle gare existant. Réaménagement des abords du bâtiment	Impact visuel faible	Sans objet

Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
OA 0605P Rue G. Nast	Présence d'un site inscrit « Mairie et son parc ».	Impact visuel modéré	Les émergences seront regroupées en fond de parcelle de manière à revaloriser la parcelle Insertion paysagère	Impact visuel faible	Sans objet
OA 0604P Allée de la Noue Brossard		Impact visuel faible	Ouvrage sans émergence Insertion au sein de l'espace vert d'une propriété bâtie	Impact visuel faible	Sans objet
OA 0603P Chemin de la Peau Grasse		Impact visuel faible	Insertion paysagère et mise en place de clôture de séparation (actuellement terre agricole en bordure d'urbanisation)	Impact visuel faible	Sans objet
OA 0602P Av des Perdrix		Impact visuel faible	Regroupement des émergences sur la parcelle n°37 de manière à ne pas impacter la parcelle n°39 Clôture de séparation	Impact visuel faible	Sans objet

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
OA 0601P Rue des abricots		Impact visuel fort Monument historique (maison Bourlon)	Implantation de l'ouvrage le plus loin possible, Cela permettra la valorisation du reste de la parcelle. (projet à définir)	Impact visuel faible	Sans objet
Gare de Clichy-Montfermeil 6 06CMF		Impact visuel faible Gare comprise dans un secteur en plein renouvellement urbain.	Insertion architecturale de la gare dans un quartier en plein renouvellement urbain. Aménagements paysagers aux abords de la gare et préservation de la promenade de Dhuys (coulée verte)	Impacts positifs	Sans objet
OA 0504P Allée de Gagny		Impact visuel faible	Ouvrage sans émergence Réaménagement de l'espace vert du parking	Impact visuel faible	Sans objet
OA 0503P Chemin de Clichy		Impact visuel modéré	Insertion paysagère Clôture de séparation opaque haie	Impact visuel faible	Sans objet

Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
0502P Allée des Bosquets	Quelques sites ponctuels d'intérêt paysager : parcs paysagers du Sausset, de la Poudrerie de Sevran et de la Forêt Régionale de Bondy.	Impact visuel faible	Insertion paysagère Clôture de séparation	Impact visuel faible	Sans objet
0501P Chemin de la Mare au Chanvre		Impact visuel modéré	Insertion architecturale du bâtiment et paysagère Clôture opaque	Impact visuel faible	Sans objet
05SEL Gare de Sevran-Livry		Impact visuel fort Site présentant des qualités paysagères Gare visible depuis le Canal de l'Ourcq	Insertion architecturale et paysagère de la gare et ses abords en cohérence avec le cadre paysager de grande qualité. La végétation existante du site est préservée au maximum et complétée par de nouvelles plantations. Renforcement de la végétation sur le talus nord du canal. La construction du nouveau pont au-dessus du canal de l'Ourcq nécessitera la reconfiguration des berges. Dans cette intention, leur reboisement est prévu.	Impact positif Ce site, malgré ses qualités paysagères, a actuellement une mauvaise « image ». La nouvelle gare et ses aménagements permettront de la changer.	Sans objet
0401P Rue H. Becquerel		Impact visuel faible	Insertion paysagère Clôture végétalisé ou opaque	Impact visuel faible	Sans objet

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
04SEB Gare de Sevran-Beaudottes		Impact visuel fort	Insertion architecturale de la gare dans un secteur contraint. Conception architecturale d'un bâtiment simple, de faible hauteur et en lien avec son environnement. Aménagements paysagers des abords de la gare en cohérence avec les espaces publics annexes	Impact positif	Sans objet
0303P Rue du Dr Fleming		Impact visuel modéré	Regroupement des émergences Réaménagement de la parcelle (actuellement garages de type boxs) Clôture végétalisé	Impact visuel faible	Sans objet
0302P Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy		Impact visuel modéré	Implantation en grande partie sur le giratoire Réaménagement et végétalisation de l'émergence	Impact visuel faible	Sans objet
0301P Carrefour Bd M. Chagall / Rue E. Delacroix		Impact visuel modéré	Réaménagement de l'espace public (trottoir, piste cyclable et plantations). Reconstitution de la noue (fossé drainant) au-dessus de la dalle de couverture du puits	Impact visuel faible	Sans objet

Secteur Aulnay / Le Bourget RER

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
03ALN Gare d'Aulnay-sous-Bois	Paysage urbain dense.	Impact visuel fort Paysage ouvert	Insertion de la gare dans un secteur en requalification (Ex-RN2). Diminution de la coupure entre les quartiers Sud et Nord. Conception architecturale de l'émergence gare sous forme de 4 îlots construits. Aménagements paysagers en continuité avec les caractéristiques paysagères locales (coulée verte) par la création de deux jardins au sein de la gare.	Impact positif	Sans objet
0220P Ancien site PSA		Impact visuel faible	Insertion paysagère Clôture de séparation haie	Impact visuel faible	Sans objet
0210P Rd-pt RD40		Impact visuel faible	Ouvrage sans émergence Reconfiguration circulaire pour limiter l'impact	Impact visuel faible	Sans objet

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
0202P Terre-plein RN2	Paysage urbain dense	Impact visuel modéré Emprise importante – paysage ouvert	Insertion paysagère	Impact visuel faible	Sans objet
0201P Échangeur A3		Impact visuel faible	Insertion paysagère par le traitement de la façade de l'émergence par une maille métallique sur laquelle grimpera la végétation	Impact visuel faible	Sans objet
02LBM Gare du Blanc-Mesnil		Impact visuel fort Extension de la visibilité du parc J. Duclos depuis la voirie adjacente à la gare	Implantation de la gare sur une parcelle déjà bâtie (les bâtiments existant seront détruits). Le projet s'inscrit dans une logique de continuité du Parc Jacques Duclos et de son ouverture vers l'avenue de la Division Leclerc. Afin de limiter l'impact visuel, la gare se compose de 3 bâtiments entourés d'espaces publics en connexion avec le parc. Conception architecturale des bâtiments et aménagements paysagers des espaces connexes.	Impact positif	Sans objet
0104P Rue V. Hugo		Impact visuel faible	clôture de séparation avec le centre sportif	Impact visuel faible	Sans objet
0103P Av C. Floquet		Impact visuel faible	Insertion architecturale des émergences et insertion paysagère Clôture de séparation haie	Impact visuel faible	Sans objet
0102P Rue E. Vaillant		Impact visuel faible	Insertion paysagère Clôture de séparation opaque	Impact visuel faible	Sans objet
3406P Rue du Cdt Rolland 0101P Entonnement Est - Rue du Cdt Rolland		Impact visuel modéré Emprise importante	Insertion paysagère	Impact visuel faible	Sans objet
01LBG Gare Le Bourget RER		Impact visuel faible Gare comprise dans une parcelle triangulaire entourée d'infrastructures	Implantation de la gare sur une parcelle déjà bâtie (les bâtiments existant seront détruits). Le projet s'inscrit dans une logique de continuité l'avenue de la Division Leclerc. Le bâtiment, localisé au Sud de la parcelle permet de libérer de l'espace au nord pour aménager un grand parvis. Conception architecturale des bâtiments et aménagements paysagers des espaces connexes	Impact positif	Sans objet
0100P Entonnement Ouest - Rue de Verdun		Impact visuel modéré Emprise importante	Insertion paysagère	Impact visuel faible	Sans objet

Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel

Ouvrages	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
3403P Rue de Verdun	Paysage urbain dense en cours de reconversion	Impact visuel faible	Insertion paysagère Clôture de séparation haie	Impact visuel faible	Sans objet
3402P Rue D. September		Impact visuel faible	Insertion paysagère (émergences dans les espaces verts)	Impact visuel faible	Sans objet
3401P Av de la République		Impact fort Parc de la Liberté (ouvert en 2015)	Insertion paysagère dans le parc en cours de création Clôture de séparation	Impact visuel faible	Sans objet
6302P Bd A. France		Impact visuel faible Suppression de places de stationnement	Insertion urbaine (en cours par la RATP) dans le cadre du projet général de valorisation du centre bus qui impactera une vaste zone aux abords du puits	Impact visuel faible	Sans objet
3304P Rue F. de Pressensé		Impact visuel faible	Préservation des arbres existants Clôture de séparation	Impact visuel faible	Sans objet
34LCO Gare de la Courneuve « Six Routes »		Impact fort	Implantation de la gare sur un secteur déjà bâti. Les bâtiments existants seront détruits. La gare s'inscrit en complément d'un projet urbain d'envergure et du remodelage global du carrefour « Six Routes » Le bâtiment est positionné en retrait de la rue Saint-Denis pour ménager un grand espace pour le parvis (une partie sera occupé par les bus, taxis, dépose minute) La conception architecturale du bâtiment gare propose la réalisation d'un socle continu surmonté d'un immeuble de bureau (le connexe). La façade est soignée car très visible depuis le nœud routier La zone de parvis fait l'objet d'un aménagement paysager de qualité	Impact positif	Sans objet
3303P Chemin du haut Saint-Denis		Impact visuel faible	Insertion paysagère	Impact visuel faible	Sans objet
6301P Rue des Cheminots		Impact visuel faible	Insertion paysagère Clôture de séparation haie	Impact visuel faible	Sans objet
3302P Stade N. Mandela		Impact visuel modéré Complexe sportif	Regroupement des ouvrages (sans émergence) Insertion paysagère	Impact visuel faible	Sans objet
3301P Place aux Etoiles		Impact visuel faible	Insertion paysagère	Impact visuel faible	Sans objet
33SDP Gare Saint-Denis Pleyel		Impact visuel faible Gare comprise dans un quartier en pleine restructuration	Implantation de la gare sur une parcelle déjà bâtie (les bâtiments existant seront détruits) et dans un quartier en pleine restructuration. Le projet s'inscrit dans une logique de continuité urbaine. Le bâtiment, localisé à l'est de la parcelle permet de libérer de l'espace à l'ouest pour aménager un grand parvis. Conception architecturale des bâtiments et aménagements paysagers des espaces connexes	Impact positif	Sans objet
3300P Bd Finot		Impact visuel faible	Prise en compte du complexe sportif en cours de création et de la future extension du boulevard Intégration paysagère	Impact visuel faible	Sans objet

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort	Impact positif
Critères de hiérarchisation	Pas de modification du paysage	Environnement majoritairement industriels, équipements, infrastructures ou Vues proches depuis une rue, quelques habitations ou Secteur en cours de mutation	Environnement urbain avec commerces et habitat Ou Vues proches et lointaines depuis un boulevard ou espace public ou Espace vert, place publique	Idem que « impact modéré » mais sur des secteurs fortement fréquentés ou visibles depuis plusieurs points ou Paysage de qualité ou paysage protégé	Amélioration de la qualité paysagère (requalification, réaménagement…) ou Mise en valeur du paysage perçu et vécu (image du quartier, site)

14.4. Impacts et mesures concernant le patrimoine archéologique

14.4.1. Impacts et mesures en phase chantier

14.4.1.1. Recensement des ouvrages concernés par le patrimoine archéologique

L'état initial a montré la sensibilité de certains secteurs du fait de la présence de vestiges connus ou de zones où la présence de patrimoine archéologique est suspectée.

Dans le cadre de la démarche d'archéologie préventive, la Société du Grand Paris, maître d'ouvrage des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, a effectué la démarche de saisine anticipée (art. R323-12 du code du patrimoine) auprès des services du Préfet de Région (Service Régional de l'Archéologie) sur l'ensemble des zones d'aménagement susceptibles d'être utilisées et d'engendrer des terrassements pouvant impacter le patrimoine archéologique.

Plusieurs secteurs sont concernés par des aménagements prévus sur les périmètres de saisine avec seuil d'archéologie préventive définis par le décret n°2004-490 du 3 juin 2004 relatif aux procédures administratives et financières en matière d'archéologie préventive : Gournay-sur-Marne, Chelles et Livry-Gargan.

Toutefois, certaines gares et ouvrages annexes sont envisagés à proximité de vestiges connus non inclus dans des périmètres de saisine (à La Courneuve, au Bourget ou à Chelles par exemple). Après analyse, le préfet a prescrit un diagnostic sur les secteurs d'aménagement suivant:

Secteur concerné	adresse	Commentaires
Chelles : 0701P	55 rue V. Hugo	Arrêté n° 2015-304 du 2 juin 2015
Chelles : 0605P	31 rue G. Nast	Arrêté n° 2015-303 du 2 juin 2015
Chelles : Gare de Chelles	Bd Chilpéric	Arrêté n° 2014-590 du 28 nov 2014
Chelles 0603P	Chemin de la peau Grasse	
Aulnay-sous-Bois :OA 0302P	Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy	
Aulnay-sous-Bois* : Gare	Rue Paul Cézanne	Pas de fouilles archéologiques suite au diagnostic réalisé en 2015
La Courneuve Gare La Courneuve « Six routes »	63 avenue du Général Leclerc	Arrêté n° 2015-453 du 4 sept 2015
La Courneuve : OA 3402	Rue Dulcie September	Arrêté n° 2015-572 du 23 nov 2015
Saint Ouen : OA3330	Bld Finot OA330	

Secteurs de diagnostics archéologiques prescrits par le Préfet

**Pour Aulnay gare : les diagnostics archéologiques ont été réalisés fin février/début mars 2015 D'après l'INRAP, aucun vestige n'a été trouvé.*

Sur ces sites des investigations complémentaires vont être menées et des prescriptions particulières pourront être édictées par le SRA.

Cela n'exonère pas la Société du Grand Paris et les personnes morales intervenant pour son compte du respect des dispositions réglementaires en cas de découverte fortuites de vestiges : au minimum, arrêt du chantier et saisine des services de la Préfecture de Région.

14.4.1.2. Effets potentiels

La réalisation de travaux d'infrastructure linéaire peut induire la mise à nu ou la destruction lors des terrassements de vestiges archéologiques d'intérêt variable.

Le tracé étant principalement prévu en tunnel à grande profondeur, les enjeux liés à l'archéologie se localisent essentiellement au niveau des émergences que sont les gares et les différents ouvrages annexes.

La probabilité d'impacter des vestiges archéologiques lors de la réalisation des travaux se concentre sur les secteurs de terrassement, où des remaniements de sols importants sont prévus.

Les gares et les ouvrages annexes seront construits en tranchée ouverte. La mise en œuvre de tranchées ouvertes implique des remaniements du sol et du sous-sol susceptibles d'atteindre les vestiges archéologiques.

14.4.1.3. Mesures

Mesures d'évitement

Le fait que les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord soient en totalité souterraine est une mesure d'évitement d'impacts sur le patrimoine archéologique. Le tunnel, dans cette zone très urbanisée est profond et n'interfère que très ponctuellement avec les couches géologiques concernées (dont la formation est contemporaine de l'humanité).

Compte tenu de la taille des zones soumises à prescriptions archéologique, les impacts potentiels du projet sont forts. Ils peuvent a contrario être faibles à modérés si les diagnostics démontrent l'absence de patrimoine archéologique d'intérêt ou si les prescriptions limitent les impacts du projet. La réglementation impose les mesures de réduction des impacts :

- Sur les secteurs d'aménagement où du patrimoine est identifié dans le cadre de l'archéologie préventive, les mesures de conservation (fouilles, études, maintiens…) seront prescrites par le SRA ;
- Sur les secteurs d'aménagement en surface non concernés par l'identification de vestiges, ou lorsqu'aucun diagnostic archéologique préventif n'est imposé, la conduite des travaux doit :
  - Prendre les dispositions nécessaires pour que la découverte de vestiges puisse être identifiée : les chefs de chantier et les conducteurs d'engins doivent recevoir des instructions claires et opérationnelles sur ce sujet ;
  - Arrêter les travaux en cas de découverte de vestiges et rendre compte au Maître d'œuvre et au Maître d'ouvrage de la découverte ;

- Saisir les services de la Préfecture de Région et suivre les instructions.

Ces mesures ne peuvent être précisément décrites ici car elles sont fixées par ailleurs par les services en charges de la protection du patrimoine archéologique et de la Préfecture de Région.

14.4.2. Impacts et mesures en phase exploitation

En phase d'exploitation, aucun effet n'est envisagé sur le patrimoine archéologique, car il n'y a aucun mouvement de sol ou de sous-sol.

14.4.3. Synthèse sur les impacts et mesures concernant le patrimoine archéologique

Les mesures réglementaires liées à l'archéologie préventive (prévues par le code du patrimoine) devraient fortement limiter les impacts du projet sur les secteurs où les sites sont connus ou marqués par la présence d'indices, et même permettre l'amélioration des connaissances de certains sites.

L'archéologie préventive et les délais de prescriptions et de réalisation du diagnostic et éventuellement de fouilles sont à prendre en compte dans le planning du projet.

De plus, le risque d'impact le plus fort concerne principalement les secteurs archéologiques non connus ou non soupçonnés à ce jour. En effet, les travaux peuvent mettre à jour des vestiges inconnus. Dans ce cas, la réglementation sur les découvertes fortuites s'applique et des mesures particulières seront prises au cours du chantier.

14.4.3.1. Phase chantier

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impacts bruts	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Patrimoine archéologique : Présence de vestiges archéologiques connus – gare de Chelles	Présence de patrimoine archéologique suspectée : Gare de Chelles, OA 701P,	Diagnostic archéologique et si besoin fouilles archéologiques	Selon résultat diagnostic archéologique	Sans objet
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Patrimoine archéologique : Secteurs où la présence de patrimoine archéologique est suspectée – Gare de Clichy-Montfermeil	Présence de patrimoine archéologique suspectée : OA605P, OA0603P	Diagnostic archéologique et si besoin fouilles archéologiques	Selon résultat diagnostic archéologique	Sans objet
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Patrimoine archéologique : Présence de vestiges archéologiques connus	Présence de patrimoine archéologique suspectée : OA 0302P	Diagnostic archéologique et si besoin fouilles archéologiques	Selon résultat diagnostic archéologique	Sans objet
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Patrimoine archéologique : Secteurs où la présence de patrimoine archéologique est suspectée – gare du Blanc-Mesnil Site PSA : présence de vestiges possibles	Présence de patrimoine archéologique suspectée : gare du Blanc-Mesnil, gare d'Aulnay	Diagnostic archéologique réalisé pour la gare du Blanc-Mesnil Diagnostic archéologique et si besoin fouilles archéologiques	Résultat négatif du diagnostic archéologique : pas d'impact	Sans objet
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Patrimoine archéologique : Secteurs où la présence de patrimoine archéologique est suspectée	Présence de patrimoine archéologique suspectée : Gare de la Courneuve, 3402P, 3300P	Diagnostic archéologique et si besoin fouilles archéologiques	Selon résultat diagnostic archéologique	Sans objet

14.4.3.2. Phase exploitation

Sans objet.

15. Population, emploi et occupation du sol

15.1. Généralités sur les impacts et mesures concernant la population, l'emploi et l'occupation du sol

La réalisation du Grand Paris Express s'inscrit dans une stratégie politique de développement des grands territoires stratégiques de l'Ile-de-France.

Dans ce sens, le projet du nouveau Grand Paris constitue un moteur de la croissance de la population et de l'emploi en Ile-de-France. La réalisation de ce projet devrait ainsi permettre :

- De favoriser les créations d'emplois ;
- D'attirer davantage d'habitants en Ile-de-France, essentiellement dans les communes qui seront directement desservies par l'infrastructure.

Depuis les années 1980, le développement de l'urbanisation en Ile-de-France se fait de plus en plus en première et en deuxième couronne, selon des formes urbaines peu denses et grandes consommatrices d'espaces, rendues viables par la généralisation de la motorisation des habitants, le maillage progressif de réseaux radiaux de route et de RER. Cet étalement urbain peut cependant être limité si l'urbanisation future est structurée par des opérations planifiées plus denses s'appuyant sur l'armature d'un réseau de transport public de grande envergure comme celui proposé par le projet de métro du Grand Paris Express.

Sous réserve des conditions nécessaires à une densification et à un renouvellement des constructions à proximité du réseau régional de transport en commun, le nouveau Grand Paris devrait se traduire par un impact très positif en matière de limitation de l'étalement urbain.

En tant que maillon du programme d'ensemble, les Lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) du Grand Paris Express, ci-après dénommées lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, répond aux mêmes objectifs de favorisation de l'emploi et de densification des territoires que les autres tronçons du Grand Paris Express. Le périmètre d'influence principal du projet d'étude comprend la totalité du territoire des communes traversées par la zone de 500 m de part et d'autre du tracé du projet.

Il intersecte 18 communes couvrant une surface de 13 733 hectares, situées dans les départements de Seine-et-Marne, Val d'Oise et Seine-Saint-Denis. Les communes concernées sont (du sud-est au nord-ouest) : Noisy-le-Grand, Champs-sur-Marne, Gournay-sur-Marne, Chelles, Montfermeil, Clichy-sous-Bois, Livry-Gargan, Sevran, Villepinte, Aulnay-sous-Bois, Le Blanc-Mesnil, Drancy, Gonesse, Le Bourget, La Courneuve, Aubervilliers, Saint-Denis et Saint-Ouen.

15.2. Impacts et mesures en phase chantier

15.2.1. Impacts directs et indirects

15.2.1.1. Création d'emplois

Le nombre d'emplois engendrés par les chantiers est difficile à évaluer car il ne concerne pas uniquement les ouvriers nécessaires à la réalisation du chantier mais également l'ensemble des personnes travaillant de près ou de loin à la construction de l'infrastructure (concepteurs du projet, fournisseurs de machines et de matériaux, etc.). En première approximation, le projet nécessiterait entre 40 000 et 45 000 hommes x ans répartis sur toute la durée d'élaboration et de construction du projet. Bien que la charge de travail soit inégalement répartie dans le temps, le nombre moyen d'emplois créés entre 2016 et 2022 est donc de l'ordre de 6 000. En dehors de ces emplois engendrés directement par la mise en œuvre du projet, les chantiers en tant que tels ne devraient pas avoir d'impact direct sur la population et l'emploi.

15.2.1.2. Consommation d'espace

L'emprise du projet sur l'occupation du sol se décompose comme suit :

- L'emprise des gares nouvelles ;
- L'emprise des ouvrages annexes ;
- L'emprise des entonnements ;
- L'emprise des chantiers nécessaires à la construction des gares nouvelles ou à l'aménagement des gares existantes.

Les surfaces correspondantes, lorsqu'elles relèvent des catégories « espaces ruraux » et « espaces urbains ouverts » établies à partir des postes du Mode d'Occupation des Sols (MOS), ont été estimés et sont présentées dans le tableau suivant :

Emprises	Surfaces en espaces ruraux et urbains ouverts concernés	Type d'impact
Gares nouvelles	3,8 ha	Permanent
Chantiers	18,2 ha	Temporaire (phase chantier)
Ouvrages annexes	5,5 ha	Permanent
Chantiers	60 ha	Temporaire (phase chantier)

Estimation des surfaces en espaces ruraux et urbains ouverts concernés par les emprises des gares nouvelles et des chantiers.

Sont compris dans les emprises travaux les emprises chantier nécessaires au démarrage des tunneliers du tronçon.

Emprises chantier	Superficie en ha	Type d'impact
OA 0603P	2,6 ha	Temporaire
Entonnement SMR/SMI - OA0202P	2,7 ha	Temporaire
Entonnement Est	1,0 ha	Temporaire
Entonnement Ouest OA 0100P, 3403P et emprise Gare Le Bourget RER	8,1 ha	Temporaire
OA 3303P	1,5 ha	Temporaire
OA 0220P Ex site PSA	21,6 ha	Temporaire

Estimation des surfaces spécifiquement concernés par les emprises chantiers pour les sites de démarrage des tunneliers de tronçon

15.2.2. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation

15.2.2.1. Optimisation des itinéraires

Dans un souci de limiter les impacts, le nombre de zones de chantier a été limité au maximum.

Concernant les impacts indirects, l'optimisation des itinéraires des engins de chantier et la mise en place de déviations en cas de coupure des accès à certaines parcelles devraient permettre d'éviter la plupart des impacts.

Les accès des tunneliers sont donc situés aux endroits d'implantation des gares ou ouvrages annexes et il n'est pas envisageable de réduire le nombre de chantiers.

15.2.2.2. Limitation de l'emprise du chantier

L'emprise des chantiers sera réduite au plus près des aménagements prévus. Par ailleurs, les zones utilisées temporairement en phase chantier mais non construites, seront remises en état à la fin des travaux.

15.2.2.3. Effets résiduels

La réalisation des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord induira une consommation d'espaces ruraux et urbains ouverts : environ 78 hectares au total en phase chantier, dont moins de 10 hectares consommés de manière définitive pour l'implantation des gares et des ouvrages annexes.

Les surfaces consommées sont négligeables par rapport à l'envergure du projet et aux gains potentiels qu'il engendre en phase d'exploitation (voir impacts en phase d'exploitation, ci-après). A ce titre, il n'est pas prévu de mesure de compensation particulière, en dehors de celles déjà mentionnées dans le volet relatif au milieu naturel et paysager.

15.2.2.4. Mesures de suivi dans le temps

Les emprises des chantiers seront délimitées précisément lors des études de conception et le respect des limites par les entrepreneurs seront contrôlées durant toute la phase de chantier.

15.3. Impacts et mesures en phase exploitation

Les hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi en Ile-de-France ont été définies par le maître d'ouvrage en concertation avec les organismes régionaux responsables en la matière. Ces hypothèses concernent aussi bien les scénarios de projet que les scénarios de référence utilisés pour caractériser la situation future sans projet.

Les hypothèses d'évolution socio-démographique retenues, selon que l'on considère ou non le Grand Paris Express comme réalisé, ont été explicitement établies dans l'objectif d'alimenter l'exercice d'évaluation des impacts et des bénéfices du projet et ont pour finalité de servir de données d'entrée aux calculs effectués dans ce cadre. Elles ont également été utilisées comme données d'entrée pour alimenter les volets suivants : mobilité, bruit, air et énergie.

Deux analyses sont menées dans la présente étude pour apprécier les effets de la réalisation du projet sur l'occupation des sols et la lutte contre l'étalement urbain :

- À l'horizon de la mise en service du projet :

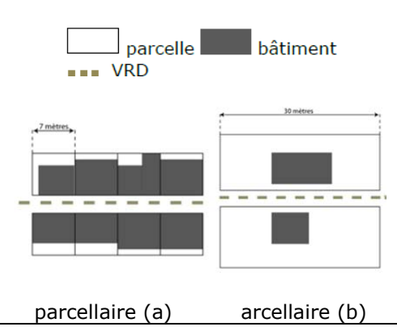
Cette analyse consiste à évaluer l'effet « différentiel » de la réalisation du seul projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord. Cette approche permet d'apprécier les impacts propres à la réalisation du tronçon, à l'horizon 2023, dans le contexte plus général de la mise en œuvre progressive du Grand Paris Express.

- À l'horizon cible de réalisation du Grand Paris Express, soit 2030 :

Cette analyse s'attache à analyser l'effet du projet sur la densification potentielle des territoires dans une situation de projet où tous les tronçons du Grand Paris Express sont réalisés, par rapport à une situation de référence dans laquelle aucun tronçon du Grand Paris Express n'est considéré comme réalisé. L'analyse à l'horizon 2030 permet d'apprécier le rôle des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord au sein du réseau global, en tant que maillon indispensable de l'infrastructure.

Dans cette configuration, deux cadrages prospectifs distincts en matière de projections de population et d'emploi sont pris en compte en situation de projet et en situation de référence. La réalisation de l'intégralité du Grand Paris Express conduit en effet à envisager une croissance sociodémographique accrue dans la région Ile-de-France (conséquence de l'attractivité renforcée de la région du fait de la nouvelle infrastructure), avec, en sus, une localisation préférentielle de la croissance sociodémographique dans les territoires desservis par le réseau.

Les effets du projet sur la lutte contre l'étalement urbain, et les conséquences environnementales qui en découlent, sont analysés grâce aux deux indicateurs présentés dans le tableau suivant.

Thématique	Indicateur	Qu'est-ce que cet indicateur signifie ?	Comment a-t-il été calculé ?	Variation attendue suite au projet
Espaces naturels, agricoles ou boisés	Surfaces rurales consommées par l'urbanisation nouvelle	Ce sont toutes les surfaces d'emprise au sol supplémentaires nécessaires pour accueillir les populations et les emplois supplémentaires sur le territoire.	Différence entre le total des hectares consommés pour l'urbanisation nouvelle : à l'horizon 2022 à l'horizon 2030	↘
Espaces artificialisés	Coûts de viabilisation pour l'urbanisation nouvelle	C'est l'ensemble des Voiries et Réseaux Divers (VRD) qu'il faudra mettre en œuvre pour viabiliser les nouvelles surfaces urbanisées sur d'anciens espaces ruraux ou ouverts. Selon la nouvelle morphologie urbaine créée, la quantité de VRD à créer sera plus ou moins importante. Le schéma suivant illustre comment une urbanisation plus compacte (parcellaire (a)) permet de réduire la longueur des VRD à mettre en œuvre et les coûts externes que cela engendre par rapport à une urbanisation plus diffuse (parcellaire (b)) [7] :  parcellaire (a) arcellaire (b)	Différence entre le total des kilomètres de VRD (Voirie et Réseaux Divers) nouveaux construits en référence au projet à l'horizon 2022 à l'horizon 2030	↘

[7] *Source : Halleux J.-M, Lambotte J.-M. et Bruck L., 2008, "Etalement urbain et services collectifs : les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau", Revue d'Economie Régionale et Urbaine, n°1, pp.21-42, p.28 – Graphisme : Stratec, 2013*

Thématique	Indicateur	Qu'est-ce que cet indicateur signifie ?	Comment a-t-il été calculé ?	Variation attendue suite au projet
Espaces artificialisés	Densité d'activité humaine nette	La densité d'activité humaine nette représente le rapport entre le total de population et d'emploi dans une zone sur l'emprise au sol des surfaces urbanisées dans cette zone. 	La densité d'activité humaine nette a été calculée pour l'année 2005 et l'horizon 2023 en considérant l'ensemble de la population et de l'emploi dans le périmètre d'étude ainsi que l'ensemble des hectares urbanisés dans chaque scénario (référence et projet) entre ces deux horizons.	↗

Description des indicateurs environnementaux retenus pour l'évaluation des impacts induits du projet sur l'occupation du sol

La méthode d'évaluation des impacts est basée sur :

- Les hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi : en utilisant les ratios de surface moyenne par habitant et par emploi, il a été possible d'estimer les besoins en surface de plancher supplémentaires, compte tenu des populations nouvelles à venir en référence et en projet ;

- La capacité d'absorption des territoires, autrement dit l'estimation des surfaces de plancher qu'il est théoriquement possible de construire d'ici à l'horizon d'étude. Elle a été estimée à partir d'une analyse du mode d'occupation du sol actuel et de ses potentialités ainsi que de l'application de « structures d'urbanisation » fictives avec et sans projet. L'application des « structures d'urbanisation » repose sur les principes suivants :
  - L'évolution de l'urbanisation influencée par les prescriptions stratégiques du SDRIF et la morphologie urbaine actuelle des territoires ;
  - L'étalement urbain : en s'appuyant sur l'armature d'un réseau de transport public de grande envergure comme le Grand Paris Express, il peut être limité par la densification de la population et des emplois à ses abords ;
  - Le gradient de densité de population et d'emploi décroît depuis le centre vers la périphérie et l'agglomération ;
  - En l'absence de mesures visant à contrôler l'usage des sols et à promouvoir la densification, l'évolution naturelle de l'urbanisation conduit à une consommation progressive des espaces naturels et ouverts et à une diminution de la densité.

En répartissant les besoins en surface de plancher dans les surfaces théoriquement disponibles puis en quantifiant et en caractérisant les surfaces consommées par cette urbanisation, il a été possible de traduire ces scénarios d'urbanisation avec et sans projet en impacts environnementaux.

Les résultats sont présentés ci-dessous à l'horizon 2023 dans le périmètre d'étude et plus globalement à l'horizon 2035. A ces deux horizons, il s'agit bien des effets du projet seul (sans prendre en compte le reste du schéma d'ensemble du nouveau Grand Paris). A l'horizon 2023 ces effets sont limités à la densification des zones situées à proximité de l'infrastructure (pas d'augmentation de la population ou des emplois induite par le projet) tandis qu'à l'horizon 2035 ces effets concernent l'impact global du projet y compris celui lié à l'augmentation de la population et des emplois en Ile-de-France.

15.3.1. Impacts directs et indirects

15.3.1.1. Création d'emplois

Le fonctionnement du projet nécessitera l'intervention de nombreuses personnes que ce soit pour la gestion et le contrôle de la ligne ou pour son entretien. Le nombre total d'emploi créés est difficile à évaluer mais de manière approximative le projet devrait engendrer plus de 1 200 emplois directs.

15.3.1.2. Préservation de 1 500 ha de l'urbanisation nouvelle à l'horizon de mise en service

Les hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi en Ile-de-France utilisées pour caractériser l'horizon 2022 de mise en service des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sont présentées dans le tableau et la figure qui suivent.

	2005	2023	
	Base[8]	Situation de référence et de projet[9]	Évaluation par rapport à 2005
Totaux en Ile de France			
Population totale	11 433 310	12 558 370	+ 1 125 060 (+10%)
Emploi totale	5 360 450	6 000 440	+ 639 990 (+10%)
Totaux dans le périmètre d'étude			
Population totale	779 170	1 005 080	+ 225 910 (+29%)
Emploi totale	293 100	397 230	+ 104 130 (+35%)

Évolution de la population et de l'emploi entre 2005 et 2023 en Ile-de-France et dans le périmètre d'étude (Sources : données INSEE 2005, hypothèses d'évolution démographiques transmises par le Maître d'ouvrage – Compilation : Stratec, 2013)

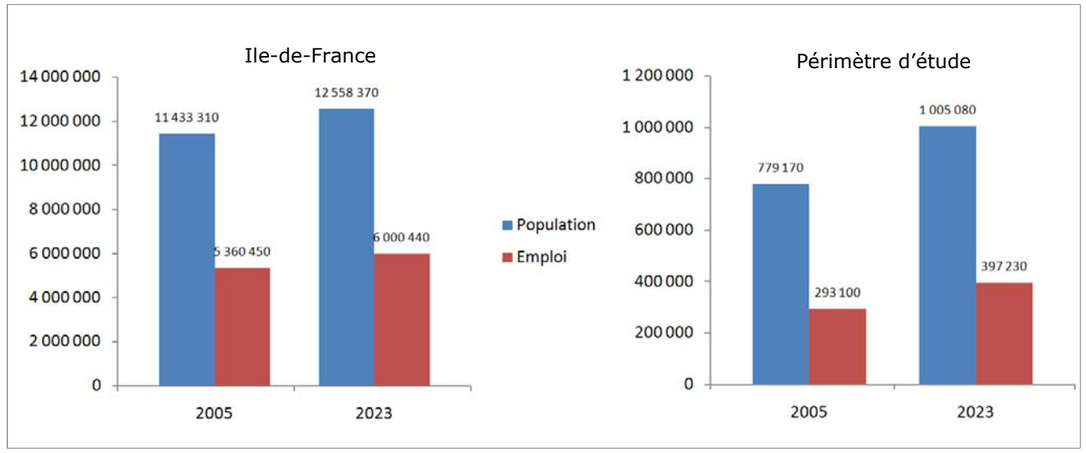
[8] *Source : données INSEE, 2005*

[9] *Source : Société du Grand Paris, 2013*

Les évolutions prévues à l'horizon 2023 montrent donc les augmentations suivantes :

- En Ile-de-France, + 1 125 060 habitants (+10%) et + 639 990 emplois (+35%) ;
- A l'intérieur du périmètre d'étude + 225 910 habitants (+29%) et + 104 130 emplois (+35%).

Comme illustré par les chiffres, à l'horizon 2023, il a été considéré que le projet n'aurait pas d'effet sur le nombre total d'habitants en Ile-de-France ou dans le périmètre d'étude (situation de référence = situation de projet). L'impact sur le nombre d'habitants et d'emplois interviendra, en effet, davantage après la mise en service du projet (c'est-à-dire après 2023) et non pas en amont de celle-ci.



Hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi entre 2005 et 2023 dans le périmètre d'étude (Sources : données INSEE 2005, hypothèses d'évolution démographiques transmises par le Maître d'ouvrage – Graphisme : Stratec, 2013)

Pour accueillir ces accroissements de population et d'emploi, on peut s'attendre, en l'absence de mesures restrictives d'usage du sol, à un report des besoins en nouvelles constructions vers les franges urbaines périphériques. Ce phénomène d'« étalement urbain » peut avoir des conséquences multiples s'il est excessif. Les externalités négatives qu'il induit touchent notamment :

- Le transport : allongement des déplacements, augmentation de la dépendance au véhicule particulier, augmentation de la congestion sur le réseau routier ;
- L'environnement : augmentation des surfaces artificielles, augmentation de la consommation de carburant, augmentation de la pollution de l'air et des nuisances sonores, consommation des espaces agricoles et naturels et pression sur les écosystèmes ;
- L'aspect social : accentuation de la fracture urbaine et des ségrégations sociales ;
- L'aspect économique : augmentation des coûts de viabilisation pour l'urbanisation nouvelle.

Le Schéma Directeur de la Région Ile-de-France (SDRIF) prévoit la limitation de l'étalement urbain et en particulier la limitation de la consommation des espaces verts, tels que les espaces agricoles, boisés et naturels. La mise en place d'un réseau de transport public de grande envergure comme celui proposé par le projet du nouveau Grand Paris permet d'œuvrer dans ce sens. En améliorant significativement l'accessibilité d'une partie du territoire, il crée la polarisation requise et rend possible la densification (habitants et emplois) à ses abords. Via les Contrats de Développement Territorial (CDT), le projet offre donc une opportunité unique d'induire une urbanisation nouvelle, plus attractive et plus durable à l'échelle du périmètre d'étude et au-delà.

Comme le nombre d'habitants et d'emplois en 2023 est similaire en situation de référence et en situation de projet, les effets du projet en termes d'occupation du sol à cet horizon se limitent à la densification supplémentaire au sein des territoires traversés par le tracé, par exemple autour des gares (sous réserve de mesures adaptées).

Néanmoins, pour évaluer les impacts potentiels plus globaux du projet sur la densification et la préservation des espaces, les effets à plus long terme (2035) ont également été évalué sur base des résultats obtenus dans l'étude des impacts de l'ensemble du réseau Grand Paris en considérant que le gain de surface artificialisée induit par le projet (par rapport au réseau global) pouvait être considéré comme une fonction du volume d'habitants et d'emplois (selon leurs besoins en surface) et du linéaire du projet.

Les impacts ont été analysés grâce à trois indicateurs principaux explicités ci-après.

Indicateur n°1 : Consommation des espaces naturels par l'urbanisation nouvelle

A l'échelle du périmètre d'étude, il a été estimé que la mise en service du projet était en mesure de stimuler (sous réserve de mesures adaptées) une densification supplémentaire sur les territoires à proximité des gares permettant la préservation de 156 ha d'espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle à l'horizon 2023 par rapport à une situation sans projet.

Surfaces rurales consommées par l'urbanisation nouvelle (ha)	Référence	Projet	Différence (Projet – Référence)	Variation (Projet – Référence)
Dans le périmètre d'étude à l'horizon 2023	167	11	-156	↘
Globalement à l'horizon 2035	3 165	130	-3 035	↘

Surfaces rurales consommées par l'urbanisation nouvelle dans le périmètre d'étude pour le scénario de projet et le scénario de référence à l'horizon 2023 et globalement à l'horizon 2035 (Source : Stratec, 2013, à partir des hypothèses d'évolution démographique)

A l'horizon 2035, la mise en service du projet serait en mesure de stimuler une densification supplémentaire sur les territoires franciliens permettant la préservation de 3 035 ha d'espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle comparativement au scénario de référence.

Indicateur n°2 : Coûts de viabilisation pour l'urbanisation nouvelle

La préservation des espaces non bâtis aujourd'hui de l'artificialisation future, permise potentiellement par le projet, rendra possible une réduction de l'ordre de 56 km de linéaire de VRD à mettre en œuvre par rapport à une situation sans projet.

Longueur de VRD à construire pour l'urbanisation nouvelle (km)	Référence	Projet	Différence (Projet – Référence)	Variation (Projet – Référence)
Dans le périmètre d'étude à l'horizon 2023	61	5	-56	↘
Globalement à l'horizon 2035	1 200	95	-1 105	↘

Coûts de viabilisation pour l'urbanisation dans périmètre d'étude pour le scénario de référence et le scénario de projet à l'horizon 2023 et globalement à l'horizon 2035 (Source : Stratec, 2013, à partir des hypothèses d'évolution démographique)

A l'horizon 2035, la densification et la réduction des surfaces nouvellement urbanisées rendues possible par le projet permettrait d'éviter la construction d'approximativement 1 100 km de VRD urbanisation nouvelle comparativement au scénario de référence.

Indicateur n°3 : Densité d'activité humaine nette

La mise en œuvre du projet est susceptible d'induire une densification sensiblement plus élevée de l'habitat et de l'emploi dans le périmètre d'étude que celle qui se créerait d'ici à 2023 dans le cas du scénario de référence (138 P+E ha urbanisé vs 135 P+E/ha urbanisé), en supposant que des mesures soient mises en œuvre en parallèle.

Densité d'activité humaine nette (P+E /ha urbanisé)	Référence	Projet	Variation (Projet – Référence)
Dans le périmètre d'étude à l'horizon 2023	135	138	↗
Globalement à l'horizon 2035	89.7	91.9	↗

Densité d'activité humaine nette (P+E/ha urbanisé) en 2023 dans le périmètre d'étude pour le scénario de projet et le scénario de référence et globalement à l'horizon 2035 (Source : Stratec, 2013, à partir des hypothèses d'évolution démographique)

A l'horizon 2035, la densité d'activité humaine nette pour l'ensemble de l'Ile-de-France serait de 89,7 en référence contre 91,9 en projet. Il y a donc également une augmentation sensible de la densité d'activité humaine.

L'augmentation de la densité d'activité humaine nette engendrée par le projet aura comme principaux effets :

- Une diminution des distances de parcours en faveur d'un report modal vers les transports en commun, conduisant à une diminution potentielle des véhicules-km parcourus, des émissions de gaz à effet de serre, etc. ;

- Une densification du parc bâti actuel et, potentiellement, un renouvellement de celui-ci. Cela jouera sur la baisse de la consommation énergétique (Cf. chapitre « Énergie, air, climat »).

L'impact du projet consiste à favoriser une densification accrue à proximité des gares du projet : l'effet positif de ce phénomène de densification a été évalué à environ 156 hectares économisés d'espaces naturels et semi-naturels avec la réalisation du projet, à l'horizon 2023 (11 hectares consommés en situation « projet », contre 167 en situation « référence »). A l'horizon 2035 ce sont 3 035 hectares d'espaces naturels et semi-naturels qui seront économisés grâce au projet. Ces résultats concernent le territoire des communes majoritairement interceptées par le fuseau d'étude de 500 m de part et d'autre du tracé.

15.3.1.3. Cohérence avec les objectifs du Schéma Directeur de la Région Ile-de-France (SDRIF)

Le phénomène d'étalement urbain observé sur les deux dernières générations se traduit par une diminution de la densité des zones urbanisées et une dilatation de l'espace urbain vers la périphérie, au détriment de larges espaces naturels principalement agricoles. L'évaluation environnementale du Schéma Directeur de la Région Ile-de-France (SDRIF) estime que l'artificialisation des terres agricoles se réalise ainsi depuis 20 ans (1990-2008) en Île-de-France au rythme moyen de 1680 hectares par an. Ce phénomène d'« étalement urbain » peut avoir des conséquences multiples s'il est excessif. Les externalités négatives qu'il induit touchent notamment :

- Le transport : allongement des déplacements, augmentation de la dépendance au véhicule particulier, augmentation de la congestion sur le réseau routier ;

- L'environnement : augmentation des surfaces artificielles, augmentation de la consommation de carburant, augmentation de la pollution de l'air et des nuisances sonores, consommation des espaces agricoles et naturels et pression sur les écosystèmes ;

- L'aspect social : accentuation de la fracture urbaine et des ségrégations sociales ;

- L'aspect économique : augmentation des coûts de viabilisation pour l'urbanisation nouvelle.

Le SDRIF prévoit la limitation de l'étalement urbain et en particulier la limitation de la consommation des espaces verts, tels que les espaces agricoles, boisés et naturels. La mise en place d'un réseau de transport public de grande envergure comme celui proposé par le programme Grand Paris Express permet d'œuvrer dans ce sens.

En améliorant significativement l'accessibilité d'une partie du territoire, il crée la polarisation requise et rend possible la densification (habitants et emplois) à ses abords.

Le projet offre donc une opportunité unique d'induire une urbanisation nouvelle, plus attractive et plus durable, à l'échelle du périmètre d'influence et au-delà, à laquelle contribueront, sur les territoires desservis par les Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, les Contrats de Développement Territorial (CDT).

15.3.1.4. Impacts à proximité des gare des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord – densification et création de commerces et de services

Les abords des futures gares du projet sont des zones à enjeux dans la mesure où :

- L'accessibilité en transport en commun sur ces territoires va être fortement (ou très fortement) améliorée, le degré d'amélioration dépendant de la desserte actuelle : cela aura des effets sensibles sur l'évolution du foncier et sur les opérations (démolition-reconstruction, rénovation, constructions) qui y auront lieu ;

- Des opérations d'aménagement des territoires seront stimulées par le projet et viendront se greffer à la mise en œuvre des gares du Grand Paris Express : ces projets intensifieront les actions menées aujourd'hui dans le cadre des projets urbains et de logements.

Pour évaluer l'ampleur prévisible de l'évolution de l'occupation des sols aux abords des futures gares des Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord par rapport à une situation sans projet, une analyse qualitative été menée. Elle tient compte des critères suivants :

- Les modes d'occupation du sol actuels et l' « élasticité » des territoires ;

- La desserte actuelle en transports en commun et son degré d'amélioration apportée par le projet ;

- Les projets urbains d'envergure aujourd'hui arrêtés qui modifieront, avec ou sans projet, l'occupation des sols aux abords des gares d'ici à 2023.

Le potentiel d'évolution au droit des futurs sites de gares est présenté dans le taleau suivant.

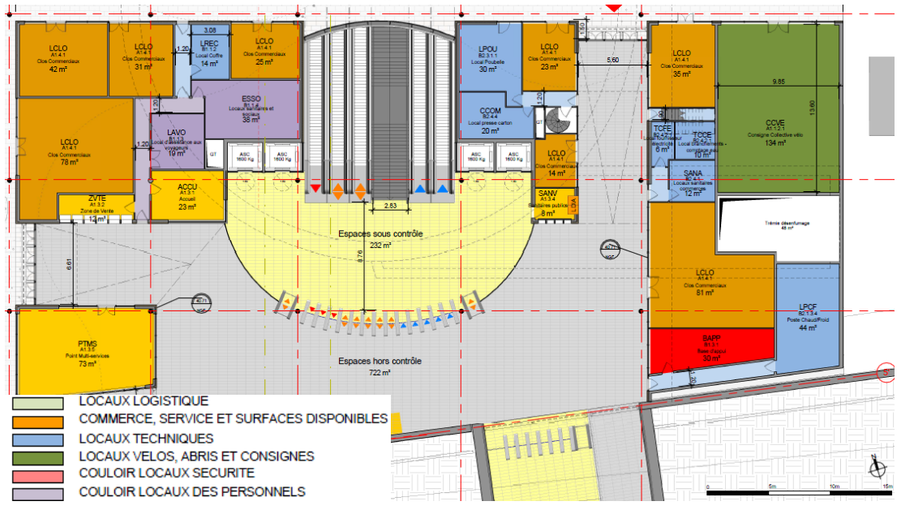
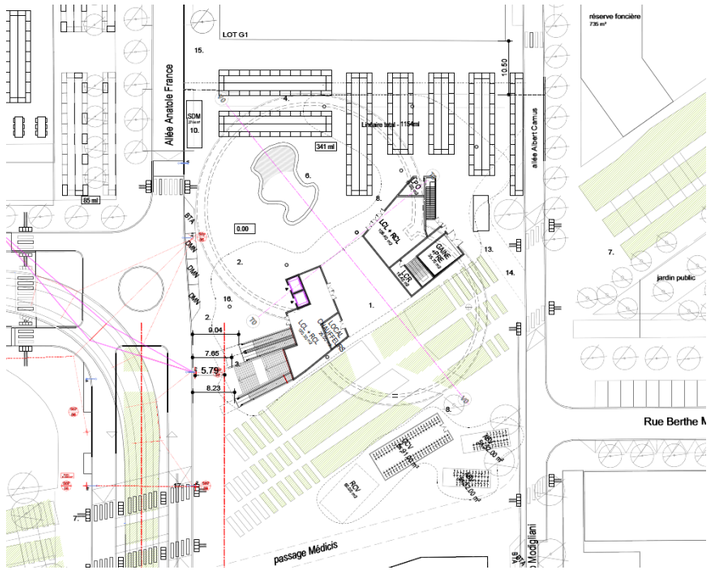
Gare	Potentiel d'évolution et commentaires
Noisy-Champs (Hors étude)	Le réaménagement de la gare existante s'effectuera au cœur du Cluster Descartes qui vise à devenir un pôle scientifique et technique d'envergure internationale. Le quartier de la gare est donc appelé à fortement se densifier, notamment en lien avec le projet Cité Descartes (intégré au projet de CDT Cœur Descartes), comprenant un programme important d'activités et/ou de logements aux abords de la future gare Grand Paris Express. Par ailleurs, le secteur révèle encore de grandes potentialités foncières. Il y a donc beaucoup d'opportunités de créer une gare emblématique du Grand-Paris en cohérence avec l'environnement existant et à venir.
Chelles	Une restructuration du centre-ville autour de la gare existante de Chelles est d'ores et déjà initiée dans le cadre de la ZAC centre-gare. Par ailleurs, le réaménagement de la gare s'effectuera dans une zone majoritairement pavillonnaire laissant peu de marge de manœuvre pour une mutation urbaine profonde. Des opérations de densification dite « douce » pourraient néanmoins avoir lieu en parallèle de la mise en œuvre du projet.
Clichy-Montfermeil	La zone étant un secteur sensible (zones de protection Natura 2000 de la forêt de Bondy, zones archéologiques sensibles), les potentialités d'aménagement du territoire sont de fait limitées. Toutefois, la nouvelle gare s'inscrira dans une zone qui aura largement été transformée auparavant dans le cadre du PRU (centre commercial Anatole France, Démolition de la tour Utrillo et construction de la Villa Médicis, etc.), offrant la possibilité d'inscrire la nouvelle gare au centre de ce secteur réaménagé.
Sevran-Livry	Hormis quelques grosses réserves foncières qui pourraient être appelées à évoluer dans le cadre de projets urbains environnants (terrain SNCF réseau, ancien terrain de la marine) en perspective de la transformation de la gare RER de Sevran-Livry, le reste de la zone est constitué de pavillonnaires relativement peu mutables, mais où la densification dite « douce » pourrait être encouragée.
Sevran-Beaudottes	La transformation de la gare RER de Sevran-Beaudottes s'effectuera dans une zone urbaine faisant l'objet de nombreux projets de développement de la part de la Ville, en particulier la restructuration du centre commercial Beau-Sevran. L'accord-cadre du projet de CDT Est Seine-Saint-Denis (signé le 14/03/2012) prévoit de définir des projets urbains visant à favoriser l'émergence de lieux d'intensité urbaines liés à la transformation de la gare RER.
Aulnay	La nouvelle gare s'intègrera dans un quartier de franges urbaines en profondes mutations. En effet, de nombreux projets sont d'ores et déjà en cours (Programme de Renouvellement Urbain, réflexions sur le devenir du site PSA au Nord, etc.) avec comme grandes orientations l'introduction de la mixité des fonctions, la densification, le rétablissement des continuités urbaines et l'introduction d'un équipement d'envergure à proximité de la gare. La mise en œuvre du projet intensifiera ces mutations sur les parcelles environnantes. Le projet connexe accueille un programme de logements positionnés au-dessus du volume de la gare. Quatre volumes s'élèvent sur 4 ou 6 niveaux.
Le Blanc Mesnil	La nouvelle gare du Grand Paris Express aura une vocation de desserte urbaine et économique. Elle pourra permettre de décloisonner et redynamiser différents secteurs en favorisant le développement urbain : mutation et extension du centre-ville du Blanc-Mesnil vers un cœur de ville mixte, rénovation urbaine du quartier des Tilleuls, redéploiement de la zone économique du Coudray, valorisation du parc Jacques Duclos, amélioration de l'accessibilité de nombreux équipements publics. Des marges de manœuvre existent pour tirer parti de cet impact positif induit.
Le Bourget RER B	Une étude menée par les équipes de C. de Portzamparc, R. Castro et de l'AREP propose de transformer la gare existante en véritable porte d'entrée du Grand Paris.
La Courneuve « Six Routes »	La localisation de la future gare la situera au cœur d'un tissu urbain diversifié, à côté de grands ensembles qui font l'objet de programmes de rénovation urbaine, et dans un secteur bénéficiant d'un foncier conséquent à reconquérir. Le bâtiment gare est surmonté d'un projet connexe qui permet d'affirmer la nouvelle image de la ville. Ce bâtiment de grande hauteur, avec une architecture en gradins accueille des logements.
Saint-Denis Pleyel	La constitution d'un hub autour de la nouvelle gare est envisagé dans l'accord-cadre du CDT Territoire de la culture et de la création (signé le 16/01/2012), notamment dans le secteur à fort potentiel de mutation du carrefour Pleyel. Le programme de la gare inclus donc une passerelle assurant la correspondance entre la gare Grand Paris Express à l'Ouest et le RER D à l'est du faisceau. La gare accueille également des programmes complémentaires pour s'intégrer pleinement au futur tissu dense du projet urbain défini par Plaine Commune : • Des espaces commerciaux afin de conforter l'attractivité du site. Ceux-ci se répartissent sur différents niveaux de la gare ; • Une médiathèque augmentée (1 700 m² utiles environ se déploie entre les niveaux N+1 et N+2 à l'ouest de la gare. Le niveau d'accès principal est situé au niveau N+1 ; • Un espace de co-working et «business center» (2 000 m² utiles environ) prend place entre les niveaux N+2 et N+4 à l'est de l'émergence. Il bénéficie d'un accès dédié à une large terrasse panoramique située sur le toit de la gare à N+3.

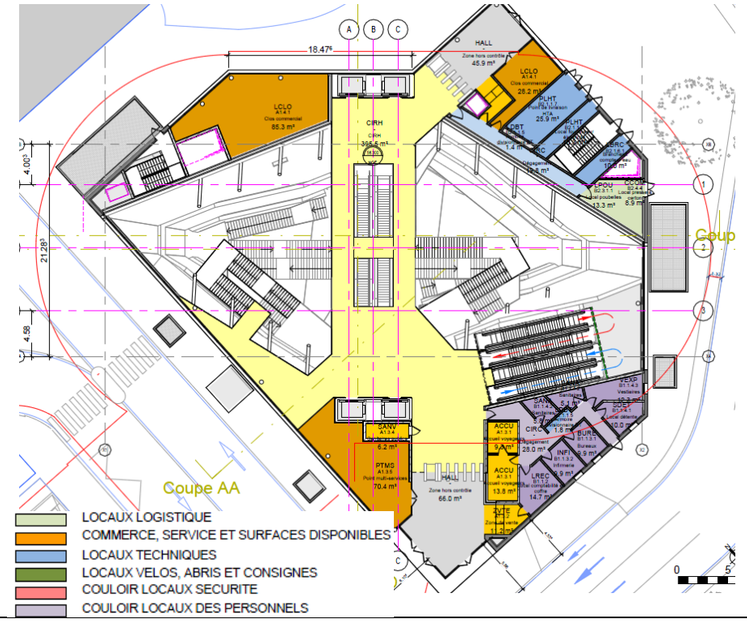
Potentiel d'évolution de l'occupation du sol à proximité des futures gares par rapport à une situation sans projet

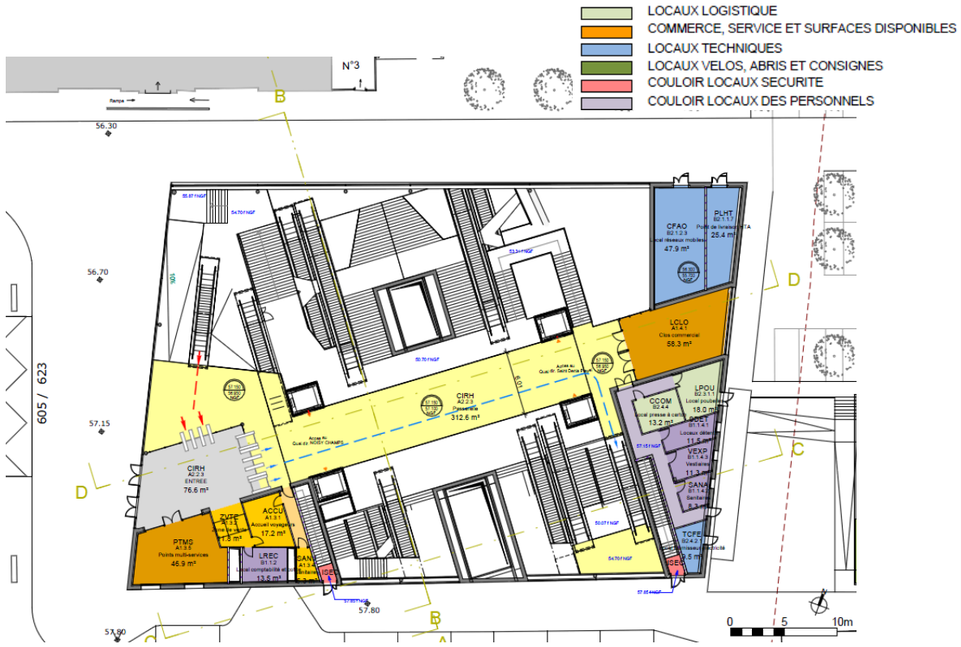
Par ailleurs, la gare n'est pas seulement une infrastructure utile en termes de mobilité, elle est aussi un espace de services dédié aux voyageurs. Elle participe à l'attractivité du territoire et soutient son développement.

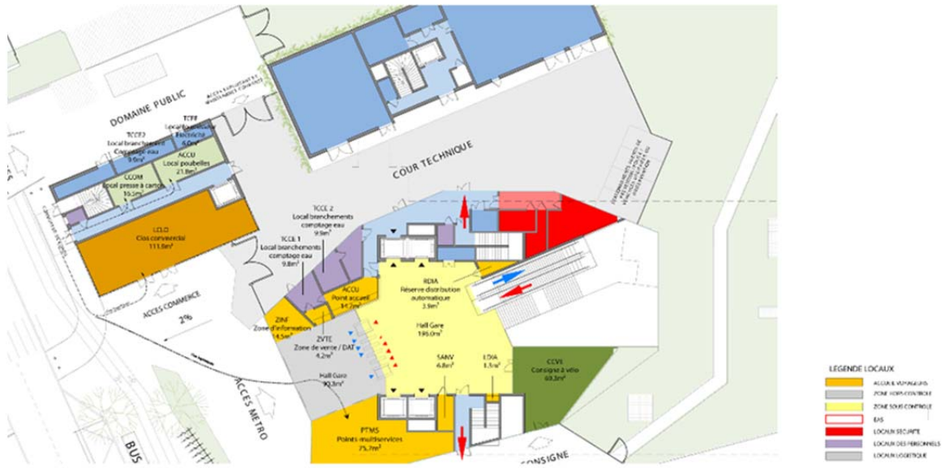
Le projet prévoit la construction de gares non seulement fonctionnelles mais offrant également selon les cas des espaces de services et des commerces en gare à l'attention des voyageurs et des usagers du réseau de transport.

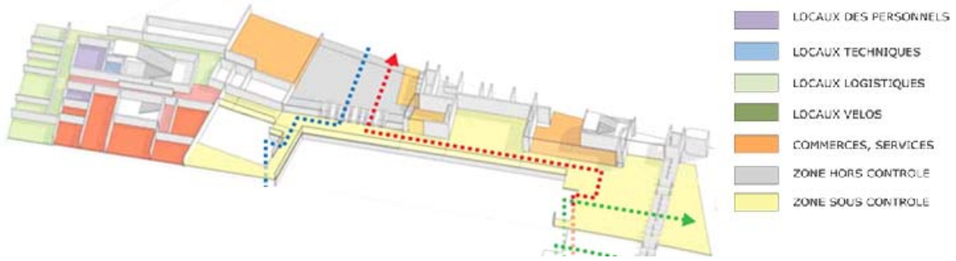
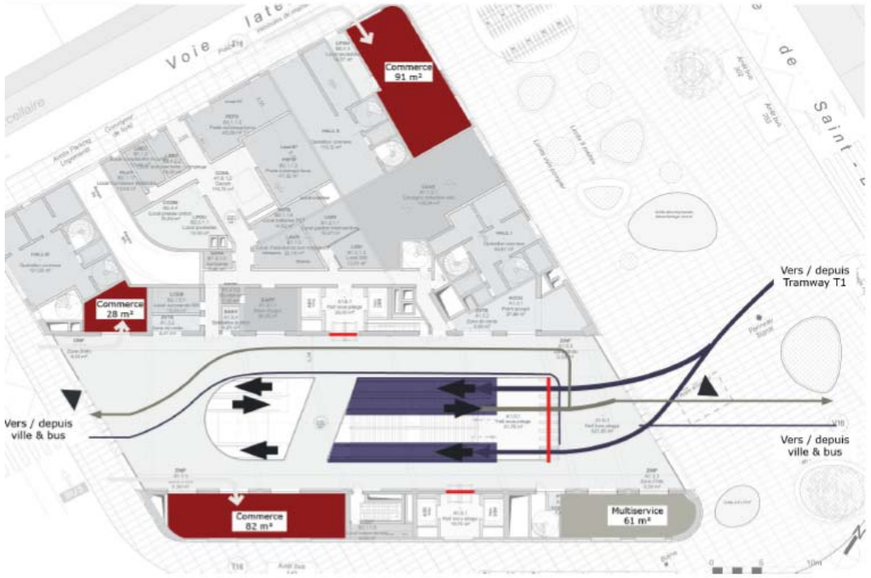
Les espaces dévolus à l'accueil de services aux voyageurs et de commerces en gare sont décrits ci-après.

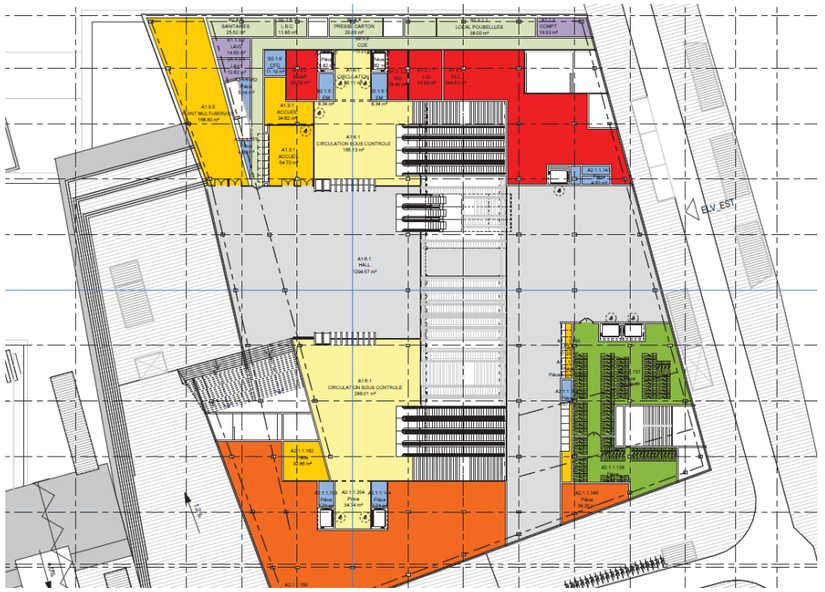
Gare	Espaces dévolus à l'accueil de services aux voyageurs et de commerces
Chelles	Le bâtiment voyageur s'ouvre largement sur le parvis et assure ainsi une connexion efficace avec la gare routière et les services de taxi. Au pourtour de ce hall, viennent s'implanter commerces et services offerts aux usagers. 
Clichy-Montfermeil	Le volume de l'émergence a été réduit autant que possible. On y trouve des commerces et les quelques locaux techniques. Les commerces situés au niveau de l'émergence sont très visibles depuis toutes les directions et animent le passage entre les deux bâtiments de l'émergence. 

Gare	Espaces dévolus à l'accueil de services aux voyageurs et de commerces
Sevran-Beaudottes	L'entrée sud-ouest desservant la gare routière accueille les espaces de vente et d'information aux voyageurs, ainsi qu'un pôle multi-services. L'entrée nord-est, animé d'un commerce est distribué depuis le parvis est. Elle est située à l'articulation du centre commercial et du parvis. 

Gare	Espaces dévolus à l'accueil de services aux voyageurs et de commerces
Sevran-Livry	Un point multi-services implanté au niveau rue s'ouvre sur le parvis de la gare. 

Gare	Espaces dévolus à l'accueil de services aux voyageurs et de commerces
Gare d'Aulnay	Le niveau du hall, lieu d'accueil principal, des commerces et des services au niveau de la ville. Il est traversant, accessible depuis les deux parvis. Le niveau mezzanine réunit et distribue les flux et le niveau des quais, espace d'attente. Le projet connexe s'implante sur la gare, sous la forme de quatre plots de logements s'élevant de R+4 à R+6. Le hall de chacun des plots vient s'imbriquer dans le volume de l'émergence de la gare.
Gare du Blanc-Mesnil	Le bâtiment gare accueille les espaces d'information et d'accueil des voyageurs accessibles directement depuis l'espace « Hall hors contrôle ». Positionné dans la continuité du bâtiment technique, le bâtiment d'angle à vocation commerciale (brasserie, restaurant et/ou café) est un petit volume « autonome ». 

Gare	Espaces dévolus à l'accueil de services aux voyageurs et de commerces
Le Bourget RER	Le niveau RDC haut constitue le niveau d'accès « de services » dédiés au personnel de la gare 
La Courneuve « Six Routes »	Les commerces, séparés en clos sont accessibles depuis le parvis ou depuis l'intérieur de la gare qui fonctionne comme une « rue intérieure » en parallèle de l'avenue du Général Leclerc. Une surface commerciale est également prévue au niveau N-1. 

Gare	Espaces dévolus à l'accueil de services aux voyageurs et de commerces
Saint-Denis Pleyel	Les commerces (Trois espaces de moins de 100 m² chacun) et services (sanitaires publics, accueil, zones de vente) prévoient d'accueillir des files d'attente à l'écart des flux voyageurs.  Le Niveau N-3 accueille également quelques commerces et services ainsi que des locaux techniques.

15.3.2. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation

Puisque les impacts du projet en phase d'exploitation relevés sont positifs, il n'y a pas lieu de mettre en place des mesures d'évitement ou de réduction mais, au contraire, de mettre en place des mesures visant à maximiser les effets du projet.

15.3.2.1. Mesures d'optimisation

Le développement d'une infrastructure de transport en commun de l'envergure de celle du projet s'inscrit nécessairement dans une stratégie politique de développement économique des territoires de l'Ile-de-France.

A lui seul, l'infrastructure du projet ne peut assurer la réussite des objectifs économiques et sociaux du territoire ni les obligations de limitation des coûts externes du développement urbain. Les bénéfices induits (indirects ou cumulés) présentés dans ce chapitre seront rendus possibles par la réalisation du projet mais ils ne se produiront que si d'autres mesures « externes » (qui échappent aux compétences du Maître d'Ouvrage) sont mises en œuvre.

Ces mesures concernent le secteur du transport, de la mobilité, de l'aménagement du territoire et de la fiscalité et visent à dissuader effectivement la dispersion de l'habitat et de l'emploi tout en favorisant un renouvellement et une densification raisonnée du bâti, en particulier dans les quartiers pavillonnaires suburbains/périurbains qui constituent des réservoirs fonciers majeurs.

Il est donc nécessaire d'intégrer le projet dans un véritable programme d'aménagement du territoire volontariste et partagé par les acteurs du territoire, intégrant des objectifs multiples :

- Créer une capacité d'accueil appropriée à la croissance prévue de la population et de l'emploi ;
- Créer des réseaux de transport de rabattement efficaces assurant de fortes améliorations d'accessibilité à tous les territoires desservis ;
- Assurer un développement urbain respectueux de l'environnement et conforme aux objectifs du Grenelle de l'Environnement.

La mise en œuvre d'un tel programme d'aménagement du territoire se traduit notamment par la mise en place de Contrats de Développement Territorial (CDT) qui permettent aux collectivités territoriales associées à l'Etat d'élaborer un projet ambitieux pour leur territoire en termes d'urbanisme, d'économie, de transport et d'environnement. Les objectifs suivants sont notamment fixés par les cinq CDT à proximité du tracé du projet :

- Le projet de CDT « Grand Paris Est Noisy-Champs- Territoire de la Transition » concerne une population de plus de 90 000 habitants et de près de 40 000 emplois. Le CDT vise à renforcer ce territoire dans son rôle de pôle économique et urbain de l'est parisien et à le positionner comme démonstrateur de la transition énergétique. Ce CDT prévoit la construction de **900 logements par an** en moyenne pendant 15 ans. ;
- CDT « Descartes Nord (Chelles-Vaires) » avec un objectif de **489 par an** pendant la durée du CDT ;
- CDT « Est-Seine-Saint-Denis » avec un objectif de **1 565 logements** par an ;
- CDT « Val de France-Gonesse – Bonneuil » ou le territoire est très contraint par le zonage du PEB de l'aéroport Paris-CDG et par les nuisances sonores de l'aéroport du Bourget pour lequel un PEB est en cours d'élaboration. Le projet de CDT fixe un objectif total de 14 200 logements sur 20 ans, soit **710 par an** et la création de 30 000 emplois d'ici 2025 ;
- CDT « Pôle d'excellence aéronautique » avec des objectifs de construction annuelle de logements de **1 020 logements par an** et la création de 24 à 27 000 emplois d'ici 2028 ;
- CDT « Territoire de la culture et de la création » qui contient les engagements suivants : construction de **4 200 logements par an** à partir de 2015.

15.3.2.2. Mesures de suivi dans le temps

En matière d'aménagement du territoire, il est nécessaire de suivre et d'évaluer la compacité du développement urbain à venir. Pour ce faire, deux outils existent :

- L'EVO MOS, ou Évolution du Mode d'Occupation du Sol, permet de spatialiser et de quantifier la surface rurale qui s'est urbanisée. Il existe pour les 30 dernières années. Son actualisation permettra d'apprécier l'évolution du phénomène d'étalement urbain ;
- L'îlot MOS, qui existe aujourd'hui sur la base du recensement, définit le nombre de résidents à l'îlot.

En complément de ces outils, la Société du Grand Paris procède à la mise en place, avec ses partenaires, d'un dispositif qui permettra de faire le point régulièrement sur l'évolution localisée de l'emploi, de la population, des constructions de logements et de bureaux ainsi que des prix immobiliers, et de comparer ces évolutions avec les prévisions sous-jacentes aux évaluations du projet.

15.3.2.3. Coûts liés aux mesures d'accompagnement en réponse aux effets sur la démographie, la population, les emplois et l'occupation du sol

Les mesures d'optimisation consistent principalement en l'utilisation ou l'élaboration d'outils de planification, ce qui n'implique pas nécessairement de coûts directs et ne relève pas de la responsabilité du maître d'ouvrage.

15.4. Synthèse des impacts et mesures relatives à la population, l'emploi et l'occupation du sol

15.4.1. Phase Chantier

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Ensemble du projet	/	Consommation temporaire d'espaces agricoles et urbains	Emprise de chantier réduite au maximum Optimisation de la localisation des tunneliers Optimisation des itinéraires des engins de chantier et mise en place de déviations Remise en état des zones de chantier	Impact faible	Sans objet

15.4.2. Phase exploitation

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact Ou mesures d'optimisation	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Croissance démographique	La croissance de la population attendue n'est pas particulièrement prononcée dans ce secteur	Accompagner les opérations de densification dite « douce » Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact faible	Sans objet
	Consommation des espaces et densification	Densification supplémentaire des territoires à proximité des gares permettant la préservation d'espaces ruraux	Assurer un développement urbain conforme aux objectifs du Grenelle Créer des réseaux de transport de rabattement efficaces Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact positif	Sans objet
	Emploi, déséquilibres habitat/emploi et inégalités territoriales	Les développements futurs relatifs à l'emploi ne se focalisent pas sur cette section. Cependant, des projets tiers tertiaires sont envisagés.	Créer une capacité d'accueil appropriée à la croissance prévue de la population et de l'emploi Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact positif	Sans objet
		Amélioration de la desserte des communes traversées par le projet et donc des liaisons vers le centre de Paris et vers les bassins d'emplois du cœur d'agglomération		Impact positif	Sans objet
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Croissance démographique	La croissance de la population attendue n'est pas particulièrement prononcée dans ce secteur. Projet connexe et tiers mixte associant logement et équipements culturels.	Accompagner les opérations de densification dite « douce » Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact faible	Sans objet

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact Ou mesures d'optimisation	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Consommation des espaces et densification	Densification supplémentaire des territoires à proximité des gares permettant la préservation d'espaces ruraux	Assurer un développement urbain conforme aux objectifs du Grenelle Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact positif	Sans objet
	Emploi, déséquilibres habitat/emploi et inégalités territoriales	Les développements futurs relatifs à l'emploi ne se focalisent pas sur cette section	Créer une capacité d'accueil appropriée à la croissance prévue de la population et de l'emploi Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Sans objet	Sans objet
		Amélioration de la desserte des communes traversées par le projet et donc des liaisons vers le centre de Paris et vers les bassins d'emplois du cœur d'agglomération		Impact positif	Sans objet
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Croissance démographique	La croissance de la population attendue n'est pas particulièrement prononcée dans ce secteur	Accompagner les opérations de densification dite « douce » Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact faible	Sans objet
	Consommation des espaces et densification	Densification supplémentaire des territoires à proximité des gares permettant la préservation d'espaces ruraux	Assurer un développement urbain conforme aux objectifs du Grenelle Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact positif	Sans objet
	Emploi, déséquilibres habitat/emploi et inégalités territoriales	Les développements futurs relatifs à l'emploi ne se focalisent pas sur cette section.	Créer une capacité d'accueil appropriée à la croissance prévue de la population et de l'emploi Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Sans objet	Sans objet
		Amélioration de la desserte des communes traversées par le projet et donc des liaisons vers le centre de Paris et vers les bassins d'emplois du coeur d'agglomération		Impact positif	Sans objet
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Croissance démographique	Forte croissance de population liée au programme connexe et aux opérations d'aménagement (connexes au niveau de la gare d'Aulnay et projet urbain développé par la mairie au Blanc-Mesnil)	Mise en place de mesures pour supporter la densification et favoriser les impacts positifs du projet Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact modéré	Sans objet
	Consommation des espaces et densification	Densification supplémentaire des territoires à proximité des gares permettant la préservation d'espaces ruraux	Assurer un développement urbain conforme aux objectifs du Grenelle Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact positif	Sans objet
	Emploi, déséquilibres habitat/emploi et inégalités territoriales	Forte redynamisation économique et sociale des communes desservies par l'infrastructure : gare du Bourget et ancien site PSA	Créer une capacité d'accueil appropriée à la croissance prévue de la population et de l'emploi Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact positif	Sans objet
		Amélioration de la desserte des communes traversées par le projet et donc des liaisons vers le centre de Paris et vers les bassins d'emplois du cœur d'agglomération		Impact positif	Sans objet

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact Ou mesures d'optimisation	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Croissance démographique	Forte croissance de population liée au programme connexe et aux opérations d'aménagement (5000 logements sur opérations tiers)	Mise en place de mesures pour supporter la densification et favoriser les impacts positifs du projet Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact modéré	Sans objet
	Consommation des espaces et densification	Densification supplémentaire des territoires à proximité des gares permettant la préservation d'espaces ruraux	Assurer un développement urbain conforme aux objectifs du Grenelle Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact positif	Sans objet
	Emploi, déséquilibres habitat/emploi et inégalités territoriales	Redynamisation économique et sociale des communes desservies par l'infrastructure	Créer une capacité d'accueil appropriée à la croissance prévue de la population et de l'emploi Mise en place de Contrats de Développement Territorial	Impact positif	Sans objet
		Amélioration de la desserte des communes traversées par le projet et donc des liaisons vers le centre de Paris et vers les bassins d'emplois du cœur d'agglomération		Impact positif	Sans objet

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort	Impact positif
Critères de hiérarchisation	Pas de modifications population, emploi et occupation du sol	Faible croissance de la population, Faible diminution de l'emploi Faible augmentation de la consommation d'espaces ruraux	Croissance de la population, Diminution de l'emploi Augmentation de la consommation d'espaces ruraux	Forte croissance de la population, Forte diminution de l'emploi Forte augmentation de la consommation d'espaces ruraux	Amélioration de la situation (Population, emploi et occupation du sol) par rapport aux scénarios de référence à l'horizon 2023 et 2035

16. Risques technologiques

Cette partie s'attache à décrire les impacts générés sur les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, par les installations industrielles dites « à risques » (ICPE hors Seveso et ICPE SEVESO) en phase chantier et en phase d'exploitation.

16.1. Impacts et mesures en phase chantier

16.1.1. Impacts directs et indirects

Les ICPE soumises à autorisation sont censées contenir leurs « risques ». Les impacts peuvent être présents au sein du site uniquement.

Contrairement aux ICPE, les installations SEVESO ne contiennent pas leurs impacts, le périmètre de vigilance varie selon les caractéristiques de l'installation (sauf règlement spécifique).
D'un point de vue général, le Plan d'Opération Interne (POI) et les autres documents de sécurité applicables dans l'entreprise doivent s'actualiser si le Grand Paris Express interfère avec la sécurité de leurs activités.

Deux types d'impacts sont à envisager en interaction avec le projet :

- Des impacts pour la sécurité du chantier vis-à-vis de sa proximité avec les activités à risque (ICPE particulières ou SEVESO) ;
- Des impacts pour la sécurité du chantier en raison de la présence éventuelle d'ICPE temporaires sur les bases chantier et de l'acheminement des matériaux nécessaires au projet (exemple des centrales béton).

Ces deux aspects sont abordés successivement dans le présent chapitre.

16.1.1.1. Proximité d'Installation Classée pour la Protection de l'Environnement avec les chantiers

Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Cinquante-trois ICPE s'inscrivent au sein du fuseau d'étude des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

Les installations ICPE qui peuvent présenter des contraintes sont celles situées à moins 200 m d'une base de chantier, en raison de leur proximité :

- Le site de Métaux Courneuve (déchets et matériaux) situé à 100 m de l'OA3402P sur la commune de La Courneuve ;
- GCP Automobile SARL (Métaux VHU) à environ 120 m de l'entonnement Ouest et l'OA100P sur la commune du Bourget ;
- SOLARZ et Cie (déchets) situé à 100m à l'ouest de la Gare du Bourget RER ;
- HENNES & MAURITZ (entrepôts, distribution carburants) situé en limite est de l'entonnement Est et OA 0101P et 3406P sur la commune du Bourget ;
- JSBF Aulnay (entrepôts) situé en limite Nord de l'entonnement vers le SMR à Aulnay-sous-Bois ;
- LUBRO SAS (industrie chimique) situé en limite Est de l'OA 0401P à Sevran.

Au regard de la distance entre ces sites et le projet et par ailleurs des activités exercées sur ces sites industrielles, l'impact est considéré comme faible pour tous les ouvrages du projet.

Installation SEVESO

Les travaux réalisés dans le cadre de l'état initial de l'étude d'impact des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord ont permis d'identifier 1 seul site SEVESO au sein du fuseau d'étude : le site Primagaz à la Courneuve

Cette installation SEVESO Seuil bas est située à plus de 1 km de la gare du Bourget RER B et de La Courneuve Six-Routes et à environ 500 m de l'ouvrage annexe 3402P. De ce fait, ces deux gares et cet ouvrage sont les plus exposées aux risques technologiques.

Ce site SEVESO est concerné par le stockage de gaz inflammables liquéfiés. Les risques de départ de feux ou d'explosions concernent donc ce site. A ce titre, cette installation possède un Plan d'Opération Interne (POI).

Toutefois, le Plan Local d'Urbanisme de la commune de La Courneuve indique que le périmètre SEVESO à risque n'affecte que la propre parcelle de l'établissement concerné.

L'impact sur le réseau de transport en phase chantier est donc faible.

Canalisations de pétrole et de gaz

Les canalisations de pétrole et de gaz haute pression impliquent des servitudes d'utilité publique relatives aux risques associés.

En application des articles R555-30 et R555-31 du code de l'environnement de l'arrêté du 5 mars 2014, les projets d'ERP de plus de 100 personnes doivent effectuer une analyse de compatibilité avec ces canalisations. Cette analyse est réalisée par le porteur de projet sur la base des éléments fournis par le gestionnaire de réseau lors des rencontres de concertation.
Au niveau des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, cela concerne :

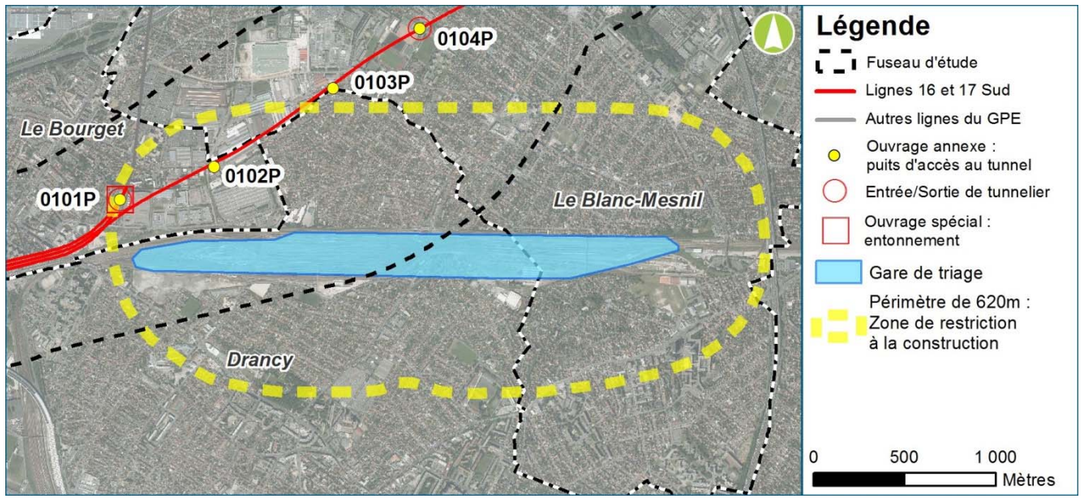
- Les canalisations de transport de pétrole (TRAPIL) :
- Les canalisations de transport de gaz (GRT Gaz) :

Les effets sur ces canalisations sont étudiés au chapitre 7 concernant l'Occupation du sous-sol.

Arrêté du 6 mars 2013 relatif à la gare de triage de Drancy-Le Bourget

La gare de triage de Drancy, exploitée par la SNCF, est concernée par un arrêté imposant des prescriptions fortes en termes d'urbanisme dans un périmètre de 620 mètres autour de la gare.
Dans cette zone de 620 m (représentée sur la figure ci-après), malgré les mesures de prévention et de protection mises en place, le niveau de risques résiduels nécessite la mise en œuvre de mesures pour maîtriser l'urbanisation. L'objectif étant de ne pas accroître la population exposée au risque dans la zone définie.
Dans la zone de 620 m, toute nouvelle construction est interdite à l'exception :

- Des constructions nouvelles et de l'extension de bâtiments existants et équipements en lien avec l'exploitation de la gare de triage ;
- De l'extension des constructions existantes à usage d'habitation et les aménagements de leur terrain, sous réserve de ne pas être un établissement recevant du public (ERP) et de ne pas augmenter la population exposée au risque. Les vérandas et les verrières sont interdites.
- De l'extension des constructions existantes à usage d'activité et les aménagements de leur terrain, sous réserve de ne pas être un ERP et de ne pas augmenter le personnel présent ;
- Des constructions concernant les infrastructures et équipements strictement nécessaires soit aux secours, soit aux activités à proximité immédiate, soit au fonctionnement des services d'intérêts général s'ils ne sont pas susceptibles d'accueillir du public ;
- Les équipements techniques de services publics (ouvrages de distribution d'énergie, d'alimentation d'eau potable, d'assainissement, de télécommunication, etc.) sous réserve de ne pas générer de présence permanente ;
- Des ouvrages de protection des constructions, des infrastructures et des équipements existants.



Zone de 620m autour de la gare de triage de Drancy

En l'état, l'implantation au sein de la zone de maîtrise de l'urbanisation de trois ouvrages annexes (3406P, 0101P et 0102P) et du tunnel est compatible avec les éléments de l'arrêté préfectoral, car leur implantation n'augmente pas la population exposée au risque.

Ces 3 ouvrages ne comportent pas d'édicules. De plus, le projet ne prévoit pas l'implantation de gare au sein du périmètre de protection.

L'impact est donc faible.

16.1.1.2. Risque technologique lié aux activités de chantier

Certains des matériels et des produits utilisés sur les bases chantier relèvent de la nomenclature des ICPE de l'article R511-9 du code de l'environnement.

La liste complète des matériels[10] et produits qui seront effectivement utilisés n'est pas définie à ce jour.

Quelle que soit cette liste, la réglementation relative aux ICPE sera appliquée. Les impacts résultant de la présence d'ICPE sur les bases chantier seront donc pris en compte. Ils ne sont pas quantifiables actuellement.

L'impact direct résultant de la présence d'ICPE sur les bases chantier sera donc pris en compte lors de l'élaboration des plans d'installation chantier.

16.1.1.3. Risques pyrotechnique

En raison de l'enjeu stratégique que représente la ville de Paris en période de conflits et des activités passées sur le territoire, la réalisation d'une infrastructure souterraine dans la banlieue proche de Paris nécessite une parfaite connaissance du niveau de pollution pyrotechnique du sous-sol.

Dans le cadre de la pollution pyrotechnique, l'impact pris en compte dans la présente étude est le risque de découverte d'engins explosifs non explosés.

Les études réalisées par la Société du Grand Paris et présentées dans l'état initial permettent d'identifier ces risques afin d'appréhender les mesures à mettre en œuvre afin de les maîtriser.

Les résultats des études réalisées sur les ligne 16, 17 Sud et 14 Nord (études historiques de pollution pyrotechnique) ont permis de mettre en évidence 3 secteurs d'aménagement présentant des risques modérés de découverte d'engins explosifs :

- Gare de Le Blanc Mesnil (rapport Étape 2 en juillet 2014) ;
- Gare de Le Bourget (rapport en mai 2014) ;
- Gare de Saint Denis Pleyel (rapport en août 2014).

Les étapes ultérieures des études sont en cours de réalisation.

[10] *Le matériel de construction permet la mise en oeuvre d'un ouvrage (marteau piqueur, bétonneuse,…), à différencier du matériau de construction qui est partie prenante d'un ouvrage (béton, brique, parpaing…)*

16.1.2. Mesures

16.1.2.1. Mesures d'évitement

Il n'y a pas de mesure d'évitement pour les risques liées aux installations classées, aux sites SEVESO ou aux canalisations de transport à risques.

Mesures mises en œuvre pour maitriser les risques pyrotechniques

En phase travaux, quand le risque pyrotechnique est avéré, une dépollution pyrotechnique sera entreprise et se conformera aux recommandations techniques du décret 2005-1325 du 26 octobre 2005.

La réalisation d'analyse de sécurité du travail (AST) préalablement aux opérations intrusives de travaux sera établie. Cette étude délimite notamment le périmètre de sécurisation autour du chantier de dépollution pyrotechnique.

En effet, lorsque le chantier de dépollution pyrotechnique est contigu à des bâtis, l'étude de sécurité pyrotechnique prend en compte ce risque. Les dispositions de sécurité sont alors mises en œuvre en concertation avec les différentes parties concernées en matière de sécurité et de protection de la santé, par exemple évacuation d'une zone lors du déminage.

Aussi, avant la réalisation des travaux, l'AST sera soumis pour approbation au directeur régional des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi.

Une fois la dépollution pyrotechnique réalisée conformément aux dispositions du décret 2005-1325 du 26 octobre 2005, le risque est supprimé.

16.1.2.2. Mesures de réduction

Mise à jour des plans de sécurité par les entreprises

Les établissements ont l'obligation de mettre à jour leurs plans de sécurité. La présence du Grand Paris Express, et sa signification en termes d'enjeux économiques et humains, devra donc être intégrée à ces différents plans.

- POI - Plan d'Opération Interne : établi par le chef d'établissement, il répertorie les scénarios d'accidents et les moyens de secours internes et externes qui seront mis en œuvre en cas d'accident limité au périmètre du site.
- PPI - Plan Particulier d'Intervention : si un accident sur un site industriel peut avoir des conséquences à l'extérieur (riverains, environnement…), les moyens d'intervention sont prévus dans un PPI spécifique à ce site, préparé par les services de l'Etat et arrêté par le Préfet.

Formation des agents du gestionnaire du réseau de transport sur la conduite à tenir en cas d'accident technologique

Sur le même principe que les procédures de gestion de crise établies en cas d'inondation, le gestionnaire du réseau établira des procédures de gestion de crise en cas d'accident et y formera ses agents.

Information et formation du personnel concernant les risques sur site

Lors des travaux de réalisation de l'infrastructure, chaque entreprise devra informer les employés des risques existants sur site, liés à l'utilisation des engins.
Le personnel intervenant sur site sera formé :

- A la prise en compte du risque existant dans les travaux quotidien ;
- A la mise en œuvre de procédure d'urgence en cas de crise avérée.

Gestion de deux situations de crise concomitantes

La gestion des puits présents dans le périmètre de protection de la gare de triage de Drancy nécessite des dispositions particulières permettant de concilier les impératifs de sécurité et le projet.

La situation extrême à analyser est le cas où deux incidents majeurs se produiraient au niveau de la gare de triage et du tunnel.

Cette analyse doit déboucher sur :

- La définition d'une procédure de gestion de crise qui devra être mise en œuvre par chaque gestionnaire, de manière concertée ;
- Des adaptations du projet à ces contraintes :
  - Les voies d'issues de secours afin de limiter le cheminement des intervenants sur site d'une zone d'incident vers une autre zone d'incident,
  - Une mutualisation des moyens de secours.

Conduite des études réglementaires ICPE

L'application de la réglementation ICPE conduit à la réalisation d'études permettant une évaluation fine des impacts des installations concernées et, le cas échéant, d'imposer des mesures de type procédure d'urgence, moyens de secours,…

16.1.2.3. Mesures de suivi dans le temps

- Entretien et maintenance des matériels et engins : Les matériels et engins seront entretenus conformément aux prescriptions réglementaires données par les arrêtés préfectoraux et ministériels d'exploitation. Les contrôles périodiques réglementaires seront effectués sur les engins et installations concernés ;
- Contrôle des ICPE de chantiers par les inspecteurs de la DRIEE, permettant de s'assurer que les règles d'usage des matériels et des produits utilisés sur les bases chantiers sont respectées.

16.2. Impacts et mesures en phase exploitation concernant les risques technologiques

Les impacts en phase d'exploitation du projet correspondent à :

- La proximité entre les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord et les installations à risque ;
- Les incidents au sein des lignes ;
- La concomitance des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord avec d'autres réseaux.

16.2.1. Impacts directes et indirectes

16.2.1.1. Proximité d'ICPE et sites SEVESO

Les impacts directs correspondent essentiellement à la présence des activités à risque aux abords de l'infrastructure, c'est-à-dire à celle identifiées au sein de l'étude des impacts en phase chantier :

- Activités ICPE en proximité du tracé de référence ;
- Industrie SEVESO Primagaz, dont le risque est confiné sur la parcelle même de l'activité ;
- Gare de triage de Drancy.

Les impacts sont faibles à nuls concernant les installations ICPE et SEVESO, les périmètres de risques n'étant pas en interactions avec le tunnel, les gares et les ouvrages annexes de l'infrastructure. De plus, les sites SEVESO et ICPE sont suffisamment éloignés pour qu'il y ait le risque.

Concernant la gare de triage de Drancy, le risque lié au TMD semble faible. Le projet amène les populations à pénétrer au sein de la zone de 620m définie autour de la gare, mais leur évolution se fera uniquement en souterrain et non en aérien sur ce territoire.

Dans l'état actuel de définition du projet, il n'est pas envisagé la présence d'ICPE au sein de l'infrastructure en période d'exploitation.

16.2.1.2. Incident et/ou accident au sein des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord et atteintes

L'impact direct correspond à l'apparition d'un incident et/ou accident au sein même de l'infrastructure, nécessitant la mise en œuvre d'une procédure adaptée.

En parallèle de la conception du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, des dossiers de sécurité permettront de définir l'ensemble des protocoles et procédures nécessaires au maintien de la sécurité des usagers et intervenants en phase d'exploitation.

16.2.1.3. Concomitance des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord et des autres réseaux de transport de voyageurs en correspondance

Les incidents sur les installations des transports en commun en correspondance avec les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sont généralement rares mais restent potentielles. Il peut s'agir (à titre d'exemple) :

- D'une alerte terroriste type « alerte à la bombe » ;
- D'un accident lié aux activités du réseau de transport concomitant ;
- D'un incendie.

Comme mentionné ci-dessus, parallèlement à la conception du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, des dossiers de sécurité permettront de définir l'ensemble des protocoles et procédures nécessaires au maintien de la sécurité des usagers et intervenants en phase d'exploitation.

16.2.2. Mesures concernant la phase exploitation

16.2.2.1. Mesures de réduction

Gestion particulière de deux situations de crise concomitantes

La gestion des ouvrages-annexe présents dans le périmètre de protection de la gare de triage de Drancy nécessite des dispositions particulières permettant de concilier les impératifs de sécurité et le projet.

La situation extrême à analyser est le cas où deux incidents majeurs se produiraient au niveau de la gare de triage et du tunnel.

Cette analyse doit déboucher sur :

- La définition d'une procédure de gestion de crise qui devra être mise en œuvre par chaque gestionnaire, de manière concertée.

Des adaptations du projet à ces contraintes :

- Les voies d'issues de secours afin de limiter le cheminement des intervenants sur site d'une zone d'incident vers une autre zone d'incident,
- Une mutualisation des moyens de secours,

Arrêt intégral ou partiel du service de voyageurs en cas de crise avérée sur la ligne ou sur un réseau de transport en correspondance

En cas d'évènement à risque survenu au sein des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord ou sur un système de transports en commun en correspondance avec ces lignes, les dispositions nécessaires devront être prises afin d'éliminer tous risques d'atteinte à la santé humaine.

Le but recherché sera :

- De limiter le système de transports de voyageurs en zone sécurisée,
- De fermer temporairement le système de transports de voyageurs et de procéder à un arrêt intégral si nécessaire.

Ces dispositions seront prescrites au sein des dossiers de sécurité entrepris parallèlement à la conception du projet.

Intervention des services de secours

En cas d'incident, une procédure d'intervention des services de secours sera mise en œuvre. Cette dernière ne pourra être effective que si le gestionnaire du réseau entretien une collaboration étroite avec les services du SDIS.

Les dispositions d'interventions seront prescrites au sein des dossiers de sécurité entrepris parallèlement à la conception du projet.

Mesures de suivi dans le temps

Les mesures de suivi dans le temps du risque correspondent à l'entretien de l'infrastructure et la révision du matériel roulant par un personnel qualifié. Cette mesure permettra de réduire au possible les incidents des machines.

16.3. Synthèse des impacts et mesures concernant les risques technologiques

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Pas d'enjeu technologique	Aucun impact	*Évitement* Réalisation de dépollution pyrotechnique si nécessaire *Réduction* Mise à jour des plans de sécurité par les entreprises Information et formation du personnel concernant les risques sur site *Suivi dans le temps* Entretien des engins de chantier Contrôle des ICPE de chantiers par les inspecteurs de la DRIEE	Aucun	/
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Présence ponctuelle d'installation ICPE à proximité du tracé (hors SEVESO).	Aucun impact		Aucun	/
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Forte concentration d'ICPE (hors SEVESO).	Aucun impact		Aucun	/
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Risque pyrotechnique faible	Risque faible lié à la découverte potentielle d'engins explosifs		néant	/
	Forte concentration d'ICPE (hors SEVESO). Gare de triage de Drancy	Impact faible au regard du périmètre de la gare de triage de Drancy : risque faible lié au TMD		néant	/
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Risque pyrotechnique faible	Risque faible lié à la découverte potentielle d'engins explosifs		néant	/
	Présence d'une installation SEVESO « seuil bas » dans le fuseau d'étude. Forte concentration d'ICPE.	Incident au sein de Primagaz (SEVESO Seuil Bas) ayant des répercussions sur le chantier (et sur la sécurité des intervenants de chantier)		néant	/

Synthèse des impacts et mesures concernant le risque technologique – phase chantier

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Secteur Noisy-Champs / Chelles	Pas d'enjeu technologique	Pas d'impact au regard de l'éloignement entre les sites et le tunnel et les émergences	*Réduction* Arrêt intégral ou partiel du service de voyageurs en cas de crise avérée sur la ligne ou sur un réseau de transport en correspondance Intervention des services de secours Formation des agents du gestionnaire du réseau de transport sur la conduite à tenir en cas d'accident technologique *Suivi* Entretien de l'infrastructure et du matériel roulant afin de limiter les incidents	Aucun	/
Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil	Présence ponctuelle d'installation ICPE à proximité du tracé (hors SEVESO).	Pas d'impact au regard de l'éloignement entre les sites et le tunnel et les émergences		Aucun	/
Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes	Forte concentration d'ICPE (hors SEVESO).	Pas d'impact au regard de l'éloignement entre les sites et le tunnel et les émergences		Aucun	/
Secteur Aulnay / Le Bourget RER	Forte concentration d'ICPE (hors SEVESO). Gare de triage de Drancy	Impact nul au regard des activités des ICPE situées à proximité du tunnel et des émergences Impact faible au regard du périmètre de la gare de triage de Drancy : risque faible lié au TMD		néant	/
Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Présence d'une installation SEVESO « seuil bas » dans le fuseau d'étude. Forte concentration d'ICPE.	Impact faible sur l'ouvrage-annexe 3402P : faible probabilité de propagation de l'accident jusqu'à l'ouvrage		Potentiel	Aucun

Synthèse des impacts et mesures concernant le risque technologique – phase exploitation

17. Mobilité

La mobilité des franciliens sera influencée de diverses manières par le projet de lignes 16, 17 Sud et 14 Nord durant sa phase chantier mais surtout pendant sa phase d'exploitation. Pour rappel, les principaux enjeux des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord en termes de mobilité sont une réduction de la part modale de la voiture en faveur des transports en commun, une diminution de la charge des différents réseaux (tant routier que de transport public) et une meilleure desserte des gares au niveau local (meilleure intermodalité) et global (liaison de banlieue à banlieue et en lien avec Paris).

Dans un premier temps l'analyse porte sur les impacts et mesures en phase chantier puis dans un second temps en phase d'exploitation. Enfin un zoom à proximité des gares et ouvrages annexes est effectué pour une analyse plus locale des différents aspects liés à la mobilité.

17.1. Impacts et mesures en phase chantier

17.1.1. Impacts directs

Les emprises des chantiers constitueront autant d'obstacles ponctuels pour la circulation des voitures, des transports en commun et surtout des modes actifs (vélo et piétons) plus sensibles aux déviations d'itinéraires. La suppression temporaire de places de stationnement est également susceptible d'impacter l'accessibilité des zones à proximité des chantiers.

Les chantiers auront également un impact sur la mobilité à l'échelle de l'ensemble de la zone d'étude principalement à cause du charroi généré sur le réseau routier pour le transport des déblais et des matériaux nécessaires à l'édification des infrastructures.

L'intensité de l'impact sera fonction :

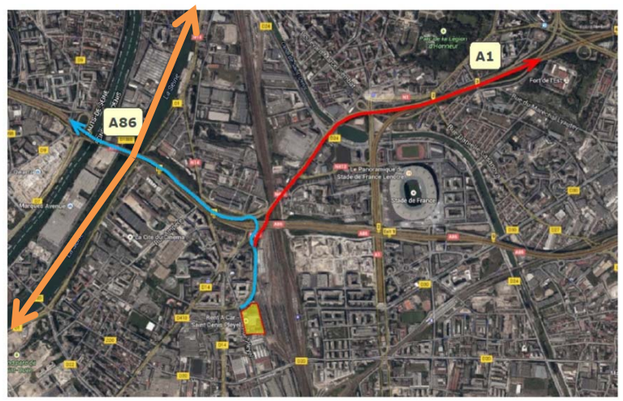
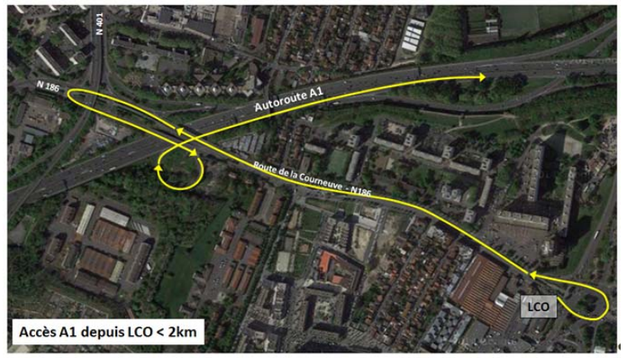
- du phasage du chantier et du planning. Les chantiers entrepris simultanément génèreront des effets qui se cumuleront, voire s'amplifieront en fonction de leur localisation géographique.
- des localisations des origines et destinations des matériaux. Plus les déplacements seront longs, plus le risque de perturber le trafic sera grand. Plus les itinéraires emprunteront des axes routiers congestionnés, plus l'impact sera prépondérant.
- du mode de transport utilisé. Les réseaux routiers sont déjà largement saturés, ce qui n'est pas le cas de la voie d'eau et du rail.
- Des axes empruntés et des fenêtres temporelles. Un plan de circulation tenant compte des particularités locales pourrait permettre de réduire les incidences.

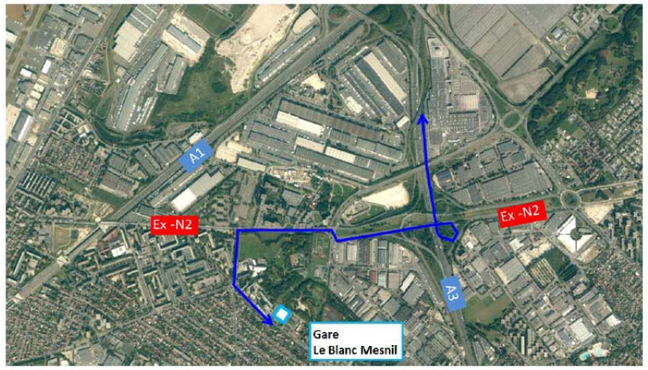
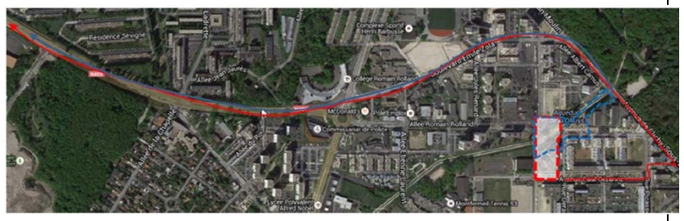
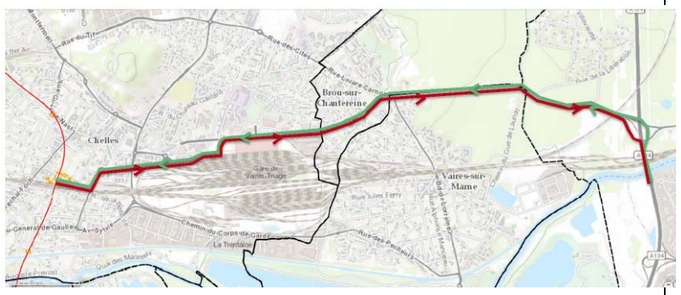
Le schéma directeur d'évacuation des déblais, établi par le maître d'ouvrage constitue la stratégie retenue par la Société du Grand Paris à cet effet.

Il propose des solutions d'évacuation des déblais, dans le cadre des études AVP, la société du Grand Paris a recherché en fonction des zones de chantier définies, les différents itinéraires envisageables afin de minimiser l'impact du trafic sur les réseaux existants.

Cette analyse est présentée ci-après pour les gares et pour les principaux sites de chantier.

17.1.1.1. Impacts et mesures à proximité des gares

Gare Saint-Denis-Pleyel L'évacuation des déblais se fera par voie routière. Plusieurs itinéraires d'évacuation sont possibles : -Par la rue Poulbot puis par l'autoroute A86 en direction de l'A15 vers le nord-ouest de l'ile de France. Cet itinéraire permet également de rejoindre le Port de Gennevilliers ; une évacuation fluviale après pré-acheminement au niveau de ce site pourrait donc constituer une alternative au tout routier. D'autres quais de chargement ou de déchargement sur la Seine existent à proximité du projet et pourront constituer également des opportunités de mode de transport alternatif pour les approvisionnements comme pour les évacuations des déblais -Par la rue Poulbot puis par l'autoroute A1 en direction du nord de Paris.	
Gare La Courneuve Le schéma de circulation retenu à ce stade consiste à rejoindre l'autoroute A1 en passant par la N186 (Route de la Courneuve). L'accès à l'autoroute A1 par cet itinéraire est inférieur à 2 km.	
Le Bourget RER Il est prévu une mutualisation du transport des déblais de la gare LBG avec la zone de chantier de l'entonnement ouest.	

Le Blanc-Mesnil Les camions partiront de l'emprise chantier en empruntant l'avenue de la Division Leclerc, puis la rue Suzanne Bouquin pour arriver sur l'ex-RN2 qui mène directement sur l'échangeur de l'autoroute A3. Cette dernière se branche sur l'autoroute A104 quelques dizaines de kilomètres plus loin. Une alternative mais plus pénalisante d'un point de vue nuisances urbaines serait que les camions empruntent l'ex-RN2 vers l'Est jusqu'à l'autoroute A104 à Aulnay-sous-Bois. Cela pourrait éviter un détour, mais conduit à augmenter l'augmentation de trafic liée aux travaux de la Ligne 16 dans le secteur d'Aulnay.	
Aulnay-sous-Bois il est prévu une mutualisation du transport des déblais de la gare ALN avec le site de chantier « site terre-plein ex RN2 » correspondant à l'OA0202P.	
Sevran Beaudottes Les déblais seront évacués sur camions par la route. L'itinéraire proposé est de rejoindre la RN 2, puis l'A 104 au nord-est du site.	
Sevran-Livry L'itinéraire d'évacuation des déblais cherche à rejoindre la RN3 au sud. Toutefois, le chemin le plus direct n'est pas retenu car il emprunte des voies desservant des établissements scolaires (par exemple, l'entrée du collège Lucie Aubrac). L'itinéraire proposé suivra essentiellement la RD44 jusqu'à la RN3.	
Clichy-Montfermeil Un itinéraire d'évacuation par l'avenue Jean-Moulin puis le Boulevard Emile Zola permet d'accéder à la N403 ou la N370 via un carrefour giratoire en moins de 1.5 km. Ensuite, par la N403, l'accès à la RN3 (2x2 voies) se fait à 2.5 km. La RN3 permet d'accéder au réseau autoroutier : Autoroute A3 à Bondy ou Autoroute A104 à Villeparisis	
Chelles Les itinéraires d'accès au chantier et d'évacuation depuis la Francilienne empruntent le boulevard Chilpéric, l'avenue François Mitterrand et la D934. Les circulations de chantier sont adaptées afin de ne pas perturber l'avenue de la Résistance. Le règlement de police est modifié afin d'autoriser la circulation des camions sur le Boulevard Chilpéric dans le sens Ouest -> Est, sens normalement réservé aux circulations de bus.	Accès (en vert) et sortie (en rouge) de chantier 

17.1.1.2. Impacts et mesures à proximité des sites de chantier

Plusieurs sites de chantier sont prévus au niveau des ouvrages annexes :

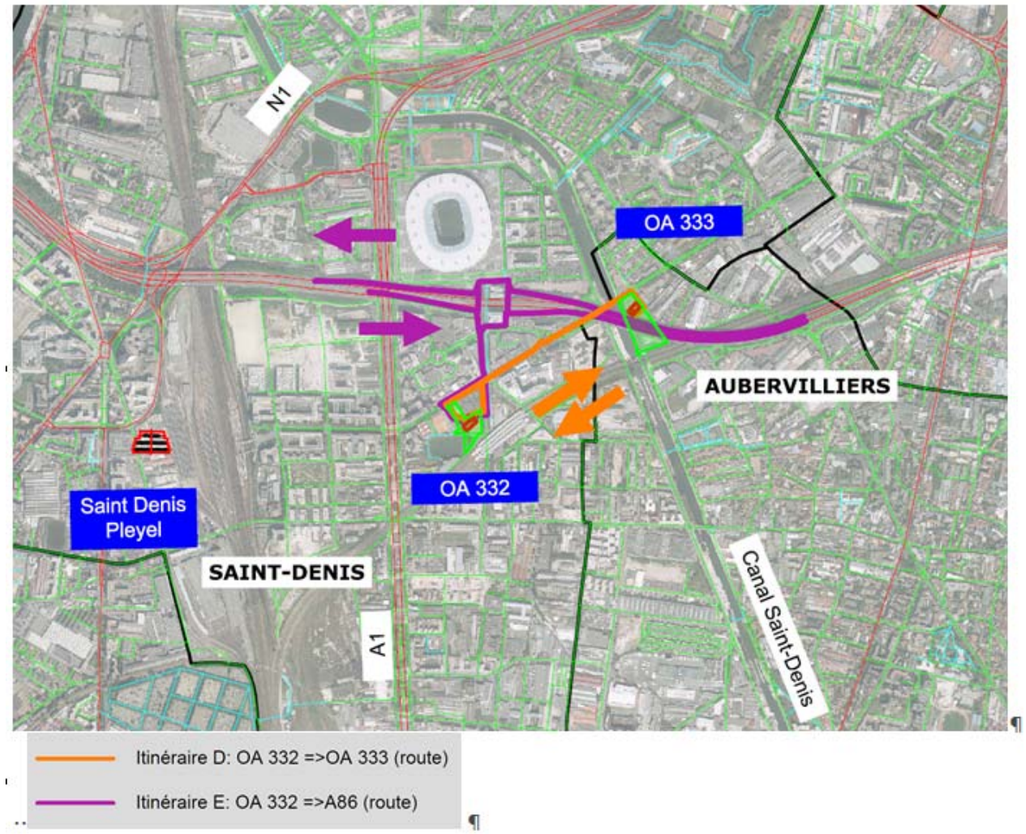
Site ouvrage-annexe OA 3302P - Nelson Mandela

Le site correspond au puits de lancement du tunnelier pour la ligne 14. Pour l'évacuation des déblais du tunnelier, le nombre de rotation de camions est estimé à 130 par jour en moyenne.

Deux itinéraires ont été identifiés.

- Le premier (itinéraire D orange) relie l'OA 3302P et l'OA 3303P via l'avenue Francis de Pressensé (RD 30), dans le cas d'une évacuation des déblais issus du creusement de la ligne 14 par l'installation fluviale de l'OA 3303P – pour une évacuation multimodale routier + fluviale.

- Le second (itinéraire E violet) relie l'A86 et l'OA 3302P, via l'avenue du Stade de France. Cet itinéraire permet l'évacuation des déblais quel que soient les installations de stockage visées.



Itinéraire depuis l'ouvrage annexe 03302P

Site parcelle TRAPIL - OA 3303P

Le site correspond au puits de lancement du tunnelier pour les lignes 16 et 17 entre l'OA3303P et l'OA 3300P. Il a la particularité de se situer en bordure du Canal Saint-Denis.

La solution privilégiée pour l'évacuation des déblais consiste à utiliser le canal Saint-Denis pour le transit des matériaux vers le Nord-Ouest de l'Île de France.

La phase la plus génératrice en flux de barges correspond au creusement du tunnel de la ligne 16/17 génèrent entre 6 à 10 barges par jour nécessaires pour évacuer les déblais suivant la vitesse d'avancement du tunnelier (vitesse moyenne ou pointe).

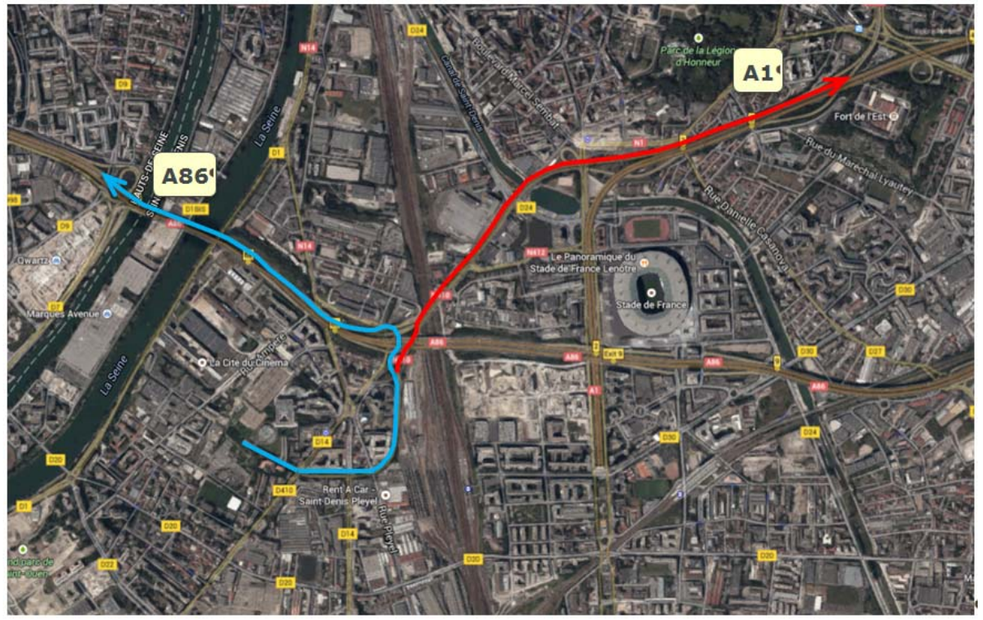
En cas de difficultés, les barges pourront être substituées par des camions. Le chantier engendre un trafic moyen de 170 rotations de poids-lourds par jour.

Site de chantier de l'OA 3300P

Cet ouvrage servira de puits de sortie du tunnelier de la ligne 16/17 dont le puits d'entrée est l'OA 3303P.

L'évacuation des déblais se fera par voie routière. Plusieurs itinéraires d'évacuation sont possibles:

- Par la rue du Docteur Finot, la rue Poulbot puis par l'autoroute A86 en direction de l'A15 vers le nord-ouest de l'ile de France ;
- Par la rue du Docteur Finot, rue Poulbot puis par l'autoroute A1 en direction du nord de Paris.



Itinéraire depuis l'ouvrage annexe 3300P

Site « La Courneuve – Le Bourget

Ces deux entonnements se trouvent à proximité de la Gare du Bourget. L'entonnement Ouest permet le démarrage du tunnelier creusant la ligne 16/17 de l'OA 3404 à l'OA3303 mais aussi le tunnelier creusant la ligne 16 jusqu'au puits 0104, ainsi que le départ du tunnelier de la Ligne L17, permettant le creusement des deux tubes de la ligne 17 jusqu'à l'entonnement Est.

En considérant une évacuation des matériaux par la route, chaque entonnement devient indépendant.

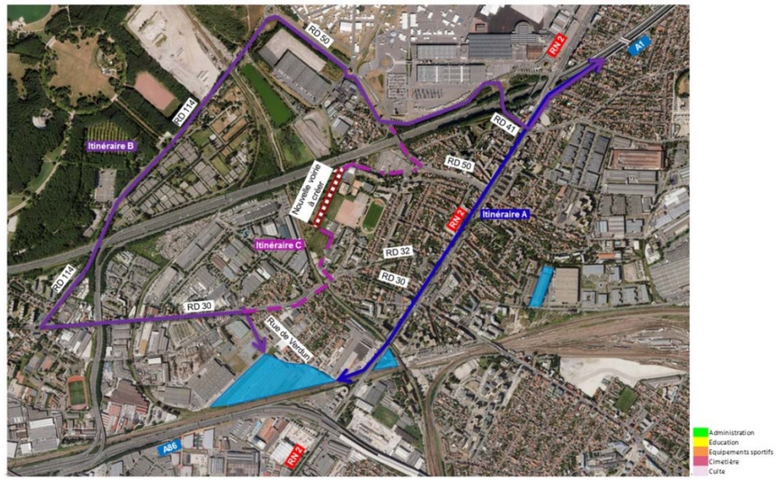
- Entonnement Ouest (0100P) : la pointe de trafic est d'environ 500 rotations de poids lourds par jour. Cependant, une évacuation ferroviaire des déblais issue de l'entonnement Ouest et de la gare du Bourget est prévue, permettant de limiter de façon significative voire totalement l'évacuation routière.

- Entonnement Est (0101P) : la pointe de trafic PL atteint 55 rotations de poids lourds par jour.

Dans le cadre d'une évacuation routière, il est prévu que l'itinéraire emprunte l'autoroute A1 et l'A104 pour l'évacuation des déblais et l'approvisionnement du chantier. Différents itinéraires possibles entre l'autoroute A1 et le site de l'entonnement Ouest d'une part et l'Entonnement Est d'autre part ont été étudiés.

Trois itinéraires sont présentés ci-après.

- L'itinéraire A passe par le centre-ville du Bourget en favorisant l'usage de la RN2. Il ne peut être effectué que dans le sens Autoroute vers Entonnement Ouest puisque la transition entre la rue de Verdun et la RN2 est unidirectionnelle. La RN2 est une route actuellement très empruntée (environ 2400 PL/jour) voire saturée.
- L'itinéraire B contourne le centre-ville du Bourget par le Nord de l'A1.
- L'itinéraire C contourne le centre-ville du Bourget par le Sud de l'A1. Cet itinéraire nécessite la création d'une voie nouvelle d'environ 350 m.



Itinéraire depuis l'entonnement Ouest

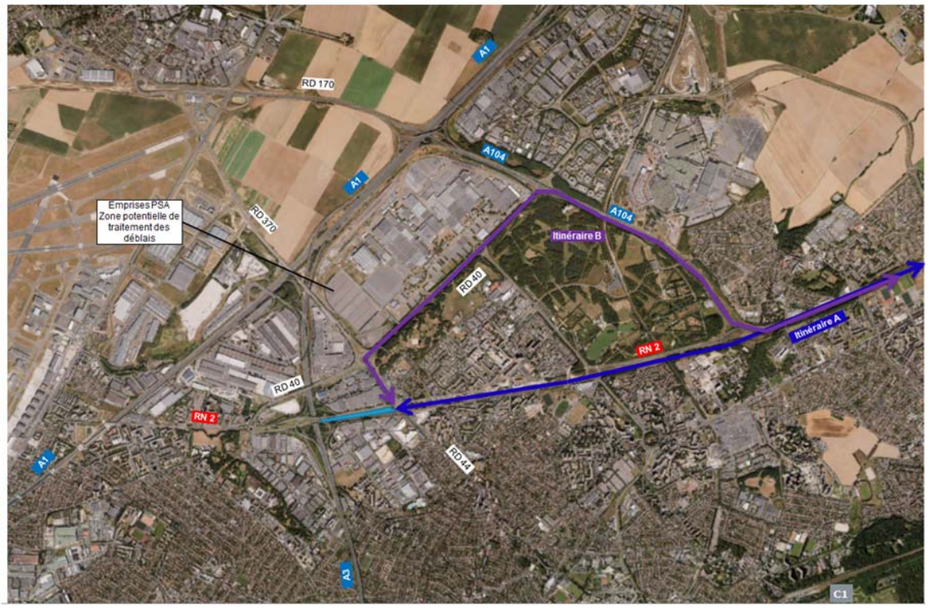
Site terre-plein ex RN2 – débranchement SMI/SMR

Le site du terre-plein de l'ex-RN2 sur la commune d'Aulnay-sous-Bois correspond au site de l'ouvrage 0202P – Entonnement SMR.

Le secteur comprend la réalisation de ces deux ouvrages et le creusement du tronçon de tunnel compris entre l'ouvrage de débranchement SMI/SMR (0202P) et le puits 0501P. Ce tronçon de 5.6km est creusé par un tunnelier lancé depuis la partie Est de l'ouvrage de débranchement.

Le projet engendre un trafic moyen de 170 rotations de poids-lourds par jour à proximité de l'ouvrage de débranchement SMI/SMR. Après transfert de l'approvisionnement en voussoirs et mortiers au puits 0401P, le trafic engendré par le creusement au tunnelier est réduit à 150 rotations de PL/jour à proximité de l'ouvrage.

- L'itinéraire A consiste à emprunter la RN 2 pour relier l'A104 et le site de chantier.
- L'itinéraire B consiste à contourner la commune d'Aulnay-sous-Bois par le nord pour rejoindre l'A104.



Itinéraire depuis le débranchement SMR/SMI

Le choix de l'itinéraire sera effectué en fonction du trafic existant, ce dernier variant suivant l'heure.

Ex site PSA Aulnay-sous-Bois

Ce site s'inscrit dans les emprises de l'ancien site de production d'automobiles du groupe PSA. Le réaménagement de cette zone de 200Ha comprend les installations du futur site de maintenance et de remisage (SMR) du matériel roulant de la ligne 16.

Le secteur comprend la réalisation de l'ouvrage de lancement du tunnelier 0220P et le creusement du tronçon de tunnel compris entre l'ouvrage de lancement (0220P) et le puits OA 0104P, ce qui représente une longueur de 3.3km. Ce tunnel comprend le raccordement du SMI/SMR à la ligne 16, puis la partie de la ligne 16 comprise entre l'entonnement SMI/SMR (0202P) et le puits 0104P.

Le projet engendre un trafic moyen de 170 rotations de poids-lourds par jour au cours de la phase de creusement du tunnel. L'itinéraire envisagé est présenté ci-dessous. Il emprunte la RD 40 pour rejoindre l'A104.

Itinéraire depuis l'ex site PSA

Cet itinéraire permet d'emprunter des routes situées dans des zones industrielles, en dehors de zones résidentielles. Une évacuation des déblais par transport ferrée, depuis l'embranchement ferroviaire existant pour l'ancien site PSA, est à l'étude.

Site de l'ouvrage annexe 0603P

Le secteur comprend la réalisation du puits de lancement du tunnelier 0603P et le creusement du tronçon de tunnel compris entre cet ouvrage et le puits 0501P, situé sur la commune de Sevran.

Aucune installation ferroviaire n'est présente à proximité immédiate de la zone. Ceci conduit à étudier une évacuation routière des déblais.

Le projet engendre un trafic moyen de 170 rotations de poids-lourds par jour au cours de la phase de creusement du tunnel.

L'itinéraire envisagé permet d'éviter le lotissement et de rejoindre la RD 34 pour rejoindre l'A104.

Cet itinéraire d'une longueur proche de 10km permet d'emprunter majoritairement des routes départementales situées majoritairement dans des zones industrielles, en dehors de zones résidentielles.

Par ailleurs, un projet de parc d'aménagement paysager au niveau de la carrière du Sempin est à l'étude et pourrait permettre de constituer le site de dépôt des matériaux de déblais.

Site de l'ouvrage de l'arrière gare de Noisy-Champs

Le secteur comprend la réalisation du puits de lancement du tunnelier de l'arrière gare de Noisy-Champs et le creusement du tunnel compris entre cet ouvrage et le puits 0603P, situé sur la commune de Chelles. L'ouvrage de l'arrière gare de Noisy-Champs est autorisé et réalisé dans le cadre de la ligne 15 sud.

Aucune installation ferroviaire n'est présente à proximité immédiate de la zone. Ceci conduit à étudier une évacuation routière des déblais.

L'itinéraire envisagé consiste à emprunter l'A4 au sud de l'ouvrage, puis l'A104 afin de rejoindre la plateforme de tri et de caractérisation « déportée » de Saint-Thibault-des-Vignes en Seine-et-Marne, située à environ 6km de Champs-sur-Marne. À Saint-Thibault-des-Vignes, l'évacuation des déblais vers les exutoires (stockage définitif ou valorisation), pourra se faire par voie fluviale compte-tenu de la présence de la Marne.

17.1.2. Impacts Indirects

Les impacts indirects des chantiers représentent généralement des enjeux faibles. Ils concernent principalement les impacts socio-économiques dans certaines zones liés à une diminution de l'accessibilité (par exemple la diminution de la fréquentation d'une zone commerciale suite à une baisse de l'accessibilité). Ces impacts sont généralement minimisés par la maîtrise des impacts directs des chantiers grâce à la mise en place de mesures adéquates (voir ci-dessous).

17.1.3. Mesures

17.1.3.1. Mesures d'évitement et de réduction

Circulation automobile

En ce qui concerne la circulation des voitures, les différents chantiers engendreront des modifications ou des coupures de certains axes. Les chantiers entraîneront également un charroi important de camions qui viendra s'ajouter au trafic actuel.

Comme évoqué précédemment, un schéma directeur d'évacuation des déblais a déjà été élaboré par le maître d'ouvrage afin d'assurer une réduction des impacts liés au charroi sur les circulations. Ce schéma directeur sera précisé, au fur et à mesure de l'avancement du projet afin de limiter au maximum les impacts. Le charroi nécessaire à l'évacuation des terres et à l'acheminement des matériaux de construction devra notamment être évalué avec plus de précision en collaboration avec les entrepreneurs du chantier.

A proximité des zones de chantier, de nombreux itinéraires seront temporairement modifiés durant les travaux. Pour éviter les détours importants qui pourraient être causés par ces changements d'itinéraires, un plan de circulation sera également mis en place.

Modes actifs

Les chantiers influenceront également les cheminements piétons à leur proximité. Ces cheminements seront maintenus ou déviés, en maintenant leur accessibilité aux personnes à mobilité réduite, et les modifications seront adéquatement balisées.

La circulation des cyclistes sur la chaussée restera également sûre pendant la durée des travaux. Les revêtements seront gardés raisonnablement propres (enlèvement régulier des boues et des gravillons pour éviter les risques de dérapage) et raisonnablement praticables sans danger. Un éclairage suffisant sera assuré.

Transports en commun

La Société du Grand Paris, le STIF ainsi que les exploitants et gestionnaires d'infrastructures SNCF-RATP se coordonnent pour évaluer les conséquences possibles des travaux de réalisation du projet sur l'exploitation des lignes ferroviaires et déterminer les dispositions à mettre en œuvre afin d'en assurer la planification en amont. Les natures, durées et périodes précises des dispositions qui pourront être mises en place seront établies en lien avec le phasage détaillé de réalisation des différents ouvrages du projet, dans le cadre d'études menées par SNCF et RATP en articulation avec la Société du Grand Paris.

Par ailleurs, les chantiers pourront également avoir un impact sur l'organisation et la circulation des lignes de bus pendant la durée des travaux : modifications d'itinéraires, déplacements de points d'arrêt, notamment. Afin de minimiser la gêne occasionnée aux voyageurs, des études seront menées par le STIF et les exploitants des lignes concernées, en lien étroit avec la Société du Grand Paris, afin d'évaluer, en amont des chantiers, les conséquences des travaux sur la circulation, la régularité et la qualité de service des lignes d'autobus, ainsi que pour prévoir l'ajustement de l'offre de transport au fur et à mesure de l'avancement des chantiers. Des actions de communication auprès des usagers des lignes seront mises en place pendant les travaux.

Stationnement

Concernant le stationnement, le maître d'ouvrage planifiera les travaux de manière à limiter au maximum la diminution du stationnement particulièrement à proximité des gares de RER où le stationnement est très contraint.

17.1.3.2. Effets résiduels et mesures de compensation

Grâce à la mise en place de mesures adéquates de déviation et de sécurisation des itinéraires, les impacts résiduels des chantiers devraient être minimisés. Il n'y a donc pas de mesures de compensation spécifiquement prévues du point de vue de la mobilité.

17.1.3.3. Mesures de suivi dans le temps

- Suivre le taux de satisfaction des usagers des gares et lignes impactées par le projet ;
- Observer le taux d'occupation du stationnement à proximité des gares impactées par le projet ;
- Observer la saturation des voies de détournement quand un axe est fermé du fait des chantiers.

Ces suivis, qui pourront être menés par les autorités et gestionnaires compétents en liaison avec le maître d'ouvrage, doivent permettre une gestion dynamique du plan de circulation en fonction des dysfonctionnements observés.

17.2. Impacts et mesures en phase exploitation

17.2.1. Evolution des déplacements en phase exploitation

Pour les besoins de l'évaluation du projet en phase d'exploitation par la Société du Grand Paris, le modèle de transport MODUS, développé et exploité par la DRIEA d'Ile-de-France, a été utilisé. Dans la perspective de fiabiliser les prévisions en disposant d'une fourchette de résultats, il a également été fait appel, de manière croisée, à d'autres outils de modélisation, en particulier le modèle GLOBAL développé et exploité par la RATP, ainsi que le modèle ANTONIN développé et exploité par le STIF. Le maître d'ouvrage a veillé à ce que les modèles utilisés soient systématiquement alimentés par des hypothèses et des données d'entrée identiques ou cohérentes entre elles.

Les éléments issus du modèle MODUS sont plus spécifiquement présentés dans les points suivants. Ils illustrent les effets du projet sur la structure des déplacements, la répartition modale et la fréquentation des réseaux de transport dans le secteur d'étude associé au projet « Lignes 16, 17 Sud et 14 Nord ».

Les résultats de modélisation produits par MODUS ont également servi à alimenter en données d'entrée les volets « Énergie et émissions de gaz à effet de serre » ainsi que « Qualité de l'air » de la présente étude d'impact, garantissant ainsi la cohérence d'ensemble du jeu d'hypothèses utilisé par le maître d'ouvrage.

17.2.1.1. Impacts directs et indirects du projet à l'horizon de mise en service du projet à l'horizon 2023

Les indicateurs présentés dans cette partie comparent la situation « avec projet » à la mise en service de ce dernier (horizon 2023) à la situation « sans projet », aussi appelée situation de référence ».

La situation de référence correspond à la situation optimisée la plus probable en l'absence de projet à l'horizon considéré. Pour tous les tronçons constitutifs du Grand Paris Express, la situation de référence est construite en prenant notamment en compte les tronçons du Grand Paris Express prévus pour être ouverts à l'exploitation à l'horizon de mise en service du tronçon considéré, à l'exception de ce dernier.

Les éléments présentés ici permettent donc d'apprécier les impacts liés à la réalisation du projet, dans le contexte plus général de la mise en œuvre progressive du Grand Paris Express.

L'offre en mobilité apportée par le projet

La carte suivante présente la ligne à l'étude dans le réseau ferré lourd à l'horizon 2023. Les lignes apparaissant en pointillés ne seront pas encore en service.

Sur les neuf gares des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, quatre offrent une correspondance avec au moins une ligne ferrée structurante (RER, métro). L'offre est particulièrement bien développée pour les gares suivantes :

- Chelles (correspondances avec le RER E) ;
- Sevran-Livry (correspondances avec le RER B) ;
- Bourget RER (correspondances avec le RER B et la Tangentielle Nord) ;
- Saint-Denis – Pleyel (correspondances avec la ligne 14, prolongée depuis Mairie de Saint-Ouen dans le cadre du présent projet, ainsi qu'avec le RER D).

Des correspondances avec le réseau de tramway sont par ailleurs possibles à La Courneuve « Six Routes » (ligne T1) et à Clichy-Montfermeil (ligne T4 en projet).

Carte de situation du tronçon par rapport au réseau TC 2023. Source : SGP, Stratec

Incidences sur la demande en déplacements

Les résultats suivants se basent sur un périmètre d'étude déterminé par les zones Modus comprises dans le périmètre défini dans l'état initial (qui lui-même correspond à un regroupement de commune issue de l'Enquête Global Transport réalisée en 2010).

- **Déplacements tous modes :**

Le tableau suivant présente par destination l'évolution du nombre de déplacements ayant leur origine dans le périmètre de l'étude, en 2023, avec et sans projet.

Destination	Nombre de déplacements en référence	Evolution entre le projet et la référence
Paris	328 400	-0,1%
Seine-et-Marne	111 200	-0,1%
Yvelines	17 500	+0,6%
Essonne	10 400	+0,0%
Hauts-de-Seine	160 900	+0,1%
Seine-Saint-Denis	382 900	0,0%
Val-de-Marne	117 400	0,0%
Val-d'Oise	129 300	+0,2%
Périmètre	1 986 800	0,0%
Total	3 244 800	0,0%

Evolution entre le projet et la référence de la répartition des déplacements tous modes, débutant dans le périmètre d'étude selon leur destination, un jour ouvrable moyen, en 2023. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Le nombre de déplacements tous modes débutant dans le périmètre de l'étude et leur répartition par destination ne varie pas significativement entre la situation sans projet (référence) et avec projet. Le projet a surtout une incidence sur la répartition modale de ces déplacements, et particulièrement sur la structure des déplacements effectués en transports en commun (ci-après).

- **Déplacements en transports en commun :**

Le tableau suivant illustre l'importante contribution du projet dans l'accroissement des déplacements en transports publics au départ de la zone d'étude (presque +3% au total). Ces augmentations sont particulièrement importantes vers la Seine-et-Marne et le Val-de-Marne, départements vers lesquels les possibilités d'itinéraires sont peu développées en référence. Au contraire, la demande vers Paris ne progresse pratiquement pas, du fait de l'offre bien fournie en référence.

Destination	Nombre de déplacements en référence	Evolution entre le projet et la référence
Paris	167 600	+0,6%
Seine-et-Marne	17 300	+12,1%
Yvelines	9 000	+1,1%
Essonne	6 800	+2,9%
Hauts-de-Seine	50 800	+2,4%
Seine-Saint-Denis	93 500	+1,6%
Val-de-Marne	37 300	+7,0%
Val-d'Oise	25 200	+3,2%
Périmètre	229 800	+3,4%
Total	637 300	+2,7%

Evolution entre le projet et la référence de la répartition des déplacements en transports publics, débutant dans le périmètre d'étude selon leur destination, un jour ouvrable moyen, en 2023. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Incidences sur le report modal

Le report modal se définit comme l'augmentation de la part modale[11] d'un mode alors que celle d'un ou de plusieurs autres modes diminue. On la quantifie le plus souvent en points de part modale gagnés ou perdus.

Le tableau ci-après présente le report modal induit par le projet, à l'horizon 2023 et par destination.

[11] *C'est-à-dire le nombre de déplacements utilisant ce mode divisé par le nombre total des déplacements*

Destination	Automobile (point de %)	Transports publics (point de %)
Paris	-0,3	+0,3
Seine-et-Marne	-1,9	+1,9
Yvelines	-0,6	+0,6
Essonne	-1,6	+1,6
Hauts-de-Seine	-0,7	+0,7
Seine-Saint-Denis	-0,4	+0,4
Val-de-Marne	-2,2	+2,2
Val-d'Oise	-0,6	+0,6
Périmètre	-0,4	+0,4
Total	-0,5	+0,5

Evolution des parts modales selon les destinations, entre le projet et la référence, pour les déplacements débutant dans la zone d'étude, un jour ouvrable moyen, en 2023. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Les résultats montrent que la part modale des transports publics augmente, au total, de 0,5 points avec projet. Au contraire, la part modale de la voiture diminue de la même valeur. La part modale des transports en commun augmente le plus fortement pour les déplacements à destination du Val-de-Marne et de la Seine-et-Marne.

Incidences sur la fréquentation des réseaux

- **Réseau TC**

Ces éléments sont issus de l'évaluation socio-économique réalisés pour le dossier d'étude d'impact de la DUP.

Le trafic prévisionnel des tronçons à l'horizon de première mise en service

Les prévisions de trafic présentées ici sont issues des modélisations réalisées pour apprécier les caractéristiques et les effets des tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel et Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel à leur premier horizon de mise en service (2023). Les résultats de ces modélisations ont été utilisés comme données d'entrée pour l'évaluation socio-économique propre au tronçon.

A l'horizon 2023, le nombre d'utilisateurs prévisionnel du réseau Grand Paris Express à l'heure de pointe du matin s'établit autour de 150 000 voyageurs, ce qui correspond à environ un million de voyages quotidiens en semaine.

A l'heure de pointe du matin, la fréquentation prévisionnelle en 2023 de la ligne 16 exploitée entre Noisy-Champs et Saint-Denis Pleyel s'établit entre **20 000 et 25 000 voyageurs** : à l'horizon 2023, à l'heure de pointe du matin, environ 15% des voyageurs qui empruntent au moins une ligne du réseau Grand Paris Express utilisent ainsi la ligne 16. Le trafic prévisionnel de la ligne correspond à une fréquentation journalière se situant **entre 150 000 et 200 000 voyages quotidiens en semaine**.

Dans chaque sens de circulation, la charge de la ligne 16 croît progressivement en direction du terminus. Les secteurs de plus forte charge sont ainsi localisés dans la partie nord de la ligne (secteur Le Blanc-Mesnil / Pleyel) pour le sens de circulation entre Noisy-Champs et Saint-Denis Pleyel, et dans sa partie sud (secteur Chelles / Noisy-Champs) pour le sens de circulation entre Saint-Denis Pleyel et Noisy-Champs.

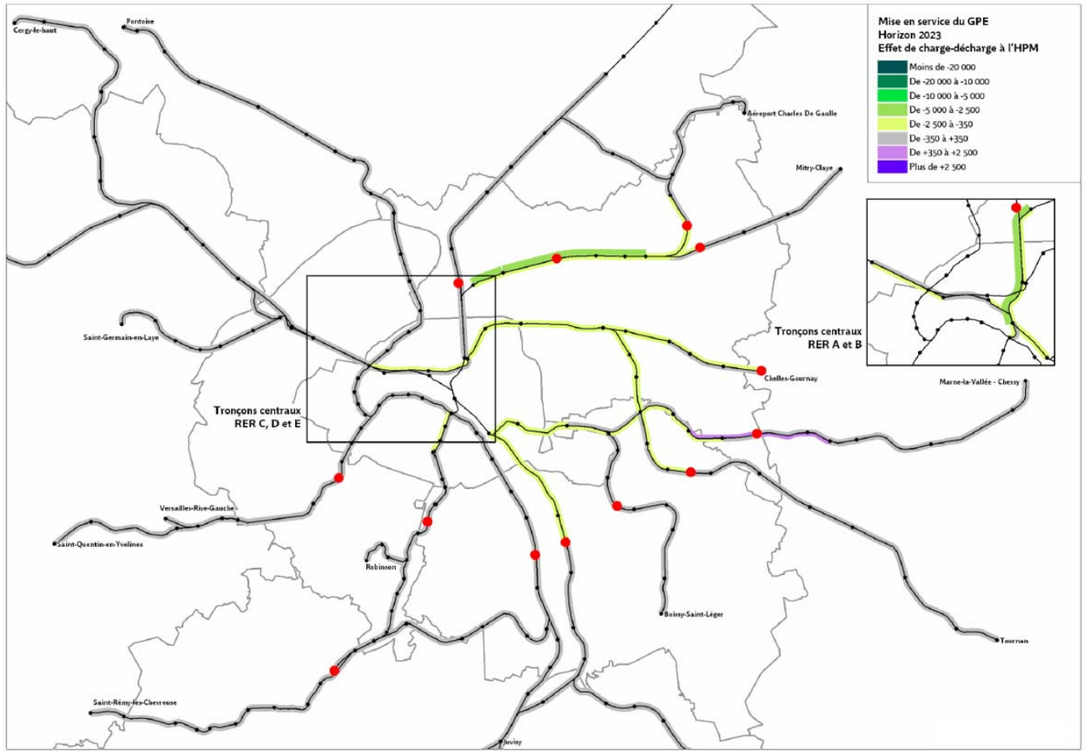
En fonction des résultats de modélisation considérés, la charge maximale de la ligne 16 est comprise entre **6 500 et 9 500 voyageurs** à l'heure de pointe du matin à l'horizon 2023 (partie nord de la ligne, entre Le Blanc-Mesnil et Pleyel). La limite haute de cette fourchette est de même ordre de grandeur que la charge prévisionnelle attendue sur la ligne 16 entre Le Bourget et Noisy- Champs à l'horizon 2030, lorsque les autres tronçons du Grand Paris Express sont réalisés. Cela traduit la fonction de désenclavement assurée en 2023 par la ligne 16 dans le secteur Est de la Seine-Saint-Denis, dont la desserte par le réseau de transports en commun structurant est aujourd'hui essentiellement effectuée par des lignes radiales. A l'horizon 2030, la ligne 16 est complétée dans ce rôle par la ligne 17 au-delà du Bourget RER et par la ligne 15 entre Saint-Denis Pleyel et Champigny, ainsi que par le prolongement de la ligne 11 entre Rosny Bois-Perrier et Noisy-Champs, qui viennent assurer des possibilités d'itinéraires alternatifs, notamment pour les liaisons entre la Seine-et-Marne, le pôle de Noisy-Champs, la Plaine Saint-Denis et le pôle du Bourget ; ainsi, l'augmentation naturelle du nombre de déplacements entre 2023 et 2030 du fait de la croissance démographique se trouve compensée par le développement des infrastructures de transport dans le territoire desservi, de sorte que le niveau de charge prévisionnel sur la ligne 16 est relativement stable sur cette période.

Les effets de la réalisation en 2023 des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sur les autres lignes de transport en commun sont logiquement moins importants que ceux du réseau Grand Paris Express dans son ensemble. Les bénéfices de la création du nouveau réseau en matière d'allègement des lignes radiales ne sont en effet entièrement atteints que lorsque les liaisons de rocade sont complètes, de manière à jouer pleinement leur rôle dans la recomposition des itinéraires de banlieue à banlieue.

Pour autant, le projet présenté à l'enquête publique possède un impact positif perceptible sur la fréquentation et la charge de certaines des lignes structurantes du réseau existant qu'il intercepte. Cela concerne notamment les lignes de RER B et E, en particulier dans leur partie Est : par rapport à une situation dans laquelle les tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel et Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel ne seraient pas réalisés, ces deux lignes voient leur fréquentation allégée d'environ 5% grâce aux itinéraires nouveaux permis par la réalisation de la ligne 16 et du prolongement de la ligne 14 à Saint-Denis Pleyel.

De même, la charge maximale sur les RER B et E est réduite avec la réalisation des tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel et Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel, en particulier sur la section Châtelet – Aulnay-sous-Bois du RER B (itinéraire alternatif offert par la ligne 16 et la ligne 14 pour relier les territoires desservis à la Plaine Saint-Denis et au centre de Paris) ainsi que sur le tronc commun et la branche « Chelles » du RER E.

La carte ci-après permet de repérer visuellement les sections des lignes de RER qui bénéficient d'un allègement de charge du fait de la réalisation du projet par rapport à la situation de référence. On observe des effets localisés, plus modérés, sur le RER A ainsi que sur le RER D. La réalisation de la ligne 16 permet en effet d'amplifier les bénéfices liés à la réalisation de la ligne 15 entre Pont de Sèvres et Noisy-Champs, avec laquelle ces deux lignes de RER sont maillées.



Effets des tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel et Mairie de Saint-Ouen sur la charge des lignes de RER (horizon 2023) Source : modèle GLOBAL (RATP)

Le trafic prévisionnel des tronçons à l'horizon cible 2030

A l'horizon 2030, la fréquentation prévisionnelle de la ligne 16 à l'heure de pointe du matin est de l'ordre de **20 000 à 25 000 voyageurs**, soit **150 000 à 200 000 voyages quotidiens** en semaine. Cette fréquentation est de même ordre de grandeur que celle envisagée au premier horizon de mise en service de la ligne. Cette relative stabilité a deux raisons principales :

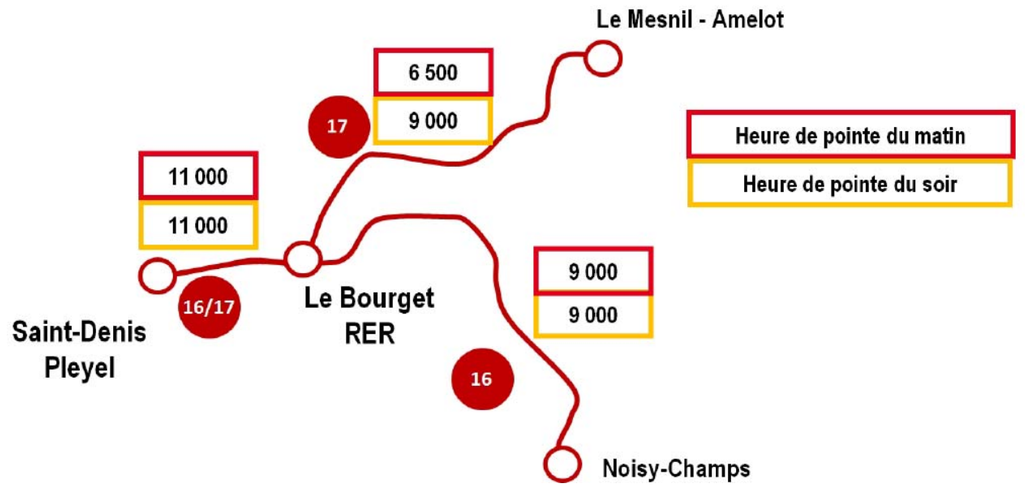
- la réalisation entre 2023 et 2030 de nouvelles infrastructures de transport en commun, en particulier d'autres tronçons du Grand Paris Express, dans le périmètre desservi par la ligne 16 et le prolongement de la ligne 14 à Saint-Denis Pleyel : ces infrastructures permettent de compléter l'offre de transport disponible dans le secteur, notamment pour les déplacements de banlieue à banlieue, et d'élargir le choix d'itinéraires des utilisateurs des transports en commun ;

- la circulation de trains de la ligne 17 (liaison Saint-Denis Pleyel – Le Bourget – Le Mesnil-Amelot) dans le tronc commun Saint-Denis Pleyel – Le Bourget RER, alors que cette section n'est exploitée qu'avec des trains de la ligne 16 (liaison Saint-Denis Pleyel – Le Bourget – Noisy-Champs) à l'horizon 2023 : par rapport à l'horizon 2023, les voyageurs souhaitant se déplacer entre Saint-Denis Pleyel et Le Bourget RER en 2030 se répartissent en pratique entre les trains de la ligne 16 et ceux de la ligne 17.

En configuration de réseau 2030, la section de charge maximale à l'heure de pointe du matin est localisée sur le tronc commun Saint-Denis Pleyel – Le Bourget RER. La charge maximale s'établit à environ **11 000 voyageurs** (cumul des lignes 16 et 17), en direction de Saint-Denis Pleyel.

Sur la partie Noisy-Champs – Le Bourget RER de la ligne 16, la charge maximale à l'heure de pointe du matin s'établit à près de 9 000 voyageurs, en direction du Bourget.

Les valeurs de charge prévisionnelle retenues pour dimensionner l'offre de transport à l'horizon 2030 sur les lignes 16 et 17, à l'heure de pointe du matin et à l'heure du pointe du soir, sont résumées dans le schéma ci-après. Seul le tronçon Le Mesnil-Amelot – Le Bourget présente une charge maximale différente entre l'heure de pointe du matin et l'heure de pointe du soir.

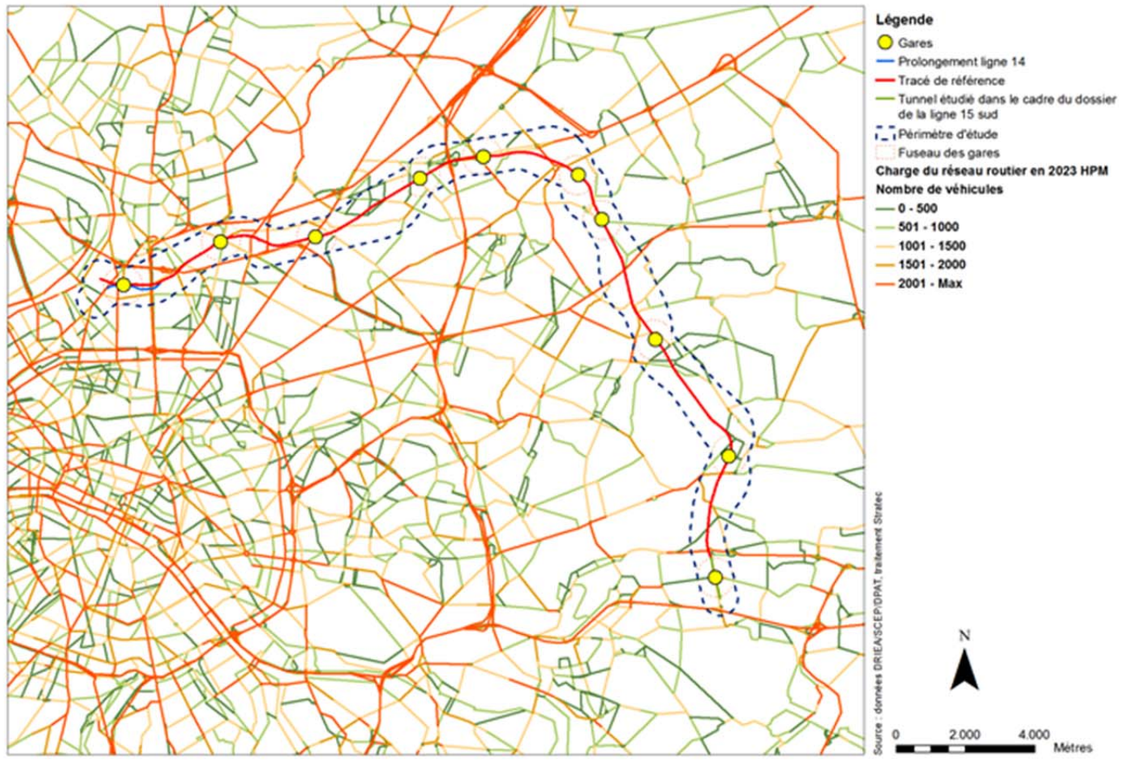


Valeurs de charge maximale retenues pour le dimensionnement des lignes 16 et 17 à l'horizon 2030 :

Incidences sur la charge du réseau routier

Les deux cartes ci-après présentent respectivement :

- la charge sur le réseau routier à la pointe du matin, en 2023 et avec projet, à proximité du périmètre d'étude ;
- les augmentations et les diminutions de charge sur le réseau routier entre la situation avec projet et la situation de référence sans projet, à l'horizon 2023.



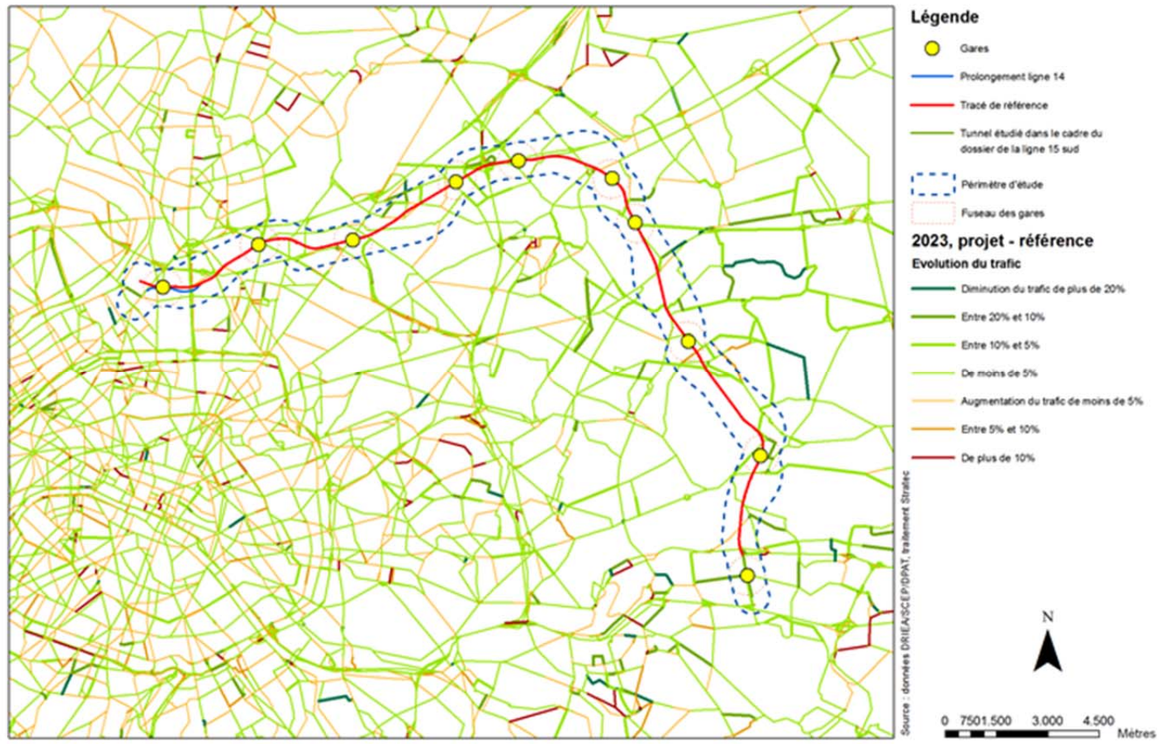
Charge sur le réseau routier en 2023, à l'heure de pointe du matin, avec projet. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Les axes les plus chargés restent les principales voies rapides que sont le Boulevard Périphérique et les autoroutes A1, A3, A4 et A86 ainsi que le réseau de routes nationales et départementales comme la RN1, la RN2, la RN3 et la RN17.

Le projet apporte toutefois une diminution significative des véhicules-kilomètres : dans le périmètre d'étude, on observe une diminution de 6 250 véhicules-kilomètres à la pointe du matin, soit une diminution de 1,5% par rapport à la référence.

La carte suivante présente les augmentations et diminutions de charge entre le projet et la référence.

Dans le périmètre d'étude, des diminutions de plus de 5% de la charge sont observées sur un nombre important d'axes : 19% du linéaire de voirie voit sa charge diminuer de 5% au moins, alors que 2% du linéaire seulement voit sa charge augmenter de plus de 5%.



Différences de charge sur le réseau routier en 2023, entre les situations avec et sans projet. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Saturation

Le niveau de saturation d'un segment de voirie est défini par la division de la charge observée par la capacité de la voirie.

Le tableau qui suit présente l'évolution du linéaire de voirie saturée à plus de 60% et 80% pour l'ensemble de la Région Ile-de-France, **avec et sans projet, en 2023.**

Linéaire de voirie saturée à plus de :	80%	60%
Projet, 2023, HPM	1 033,0 km	1 902,0 km
Référence, 2023, HPM	1 045,4 km	1 915,3 km
Gains	-12,4 km	-13,3 km
	-1,18 %	-0,69 %

Évolution du linéaire de voirie francilienne saturée entre la référence et le projet, en 2023.
Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Le projet a un impact positif sur la congestion : il permet de diminuer le linéaire saturé à plus de 80% de 12,4km, et celui saturé à plus de 60% de 13,3km. Cela correspond respectivement à une diminution de 1,18% et de 0,69% du linéaire saturé.

Impacts indirects du projet sur le confort et la régularité des transports en commun

L'amélioration de l'accessibilité induite par le métro aura également un impact indirect sur le bien-être des voyageurs des autres lignes. En effet, la réduction de la charge maximale sur les lignes entre situation de référence et situation de projet contribuera à améliorer la régularité de ces lignes par rapport à la situation de référence. Cet effet bénéficie aux voyageurs qui utilisent les lignes de RER en situation de projet, non seulement en termes de gains de temps mais également de bien-être.

17.2.1.2. Impacts directs et indirects du projet au sein du réseau global à l'horizon 2030

Cette partie vise à apprécier l'impact de la réalisation du Grand Paris Express dans son ensemble sur les déplacements dans le secteur géographique directement concerné par la réalisation du projet soumis à l'enquête. Cette partie est donc complémentaire de la précédente, qui s'attachait à décrire les impacts sur les déplacements du projet soumis à l'enquête, à son premier horizon de mise en service.

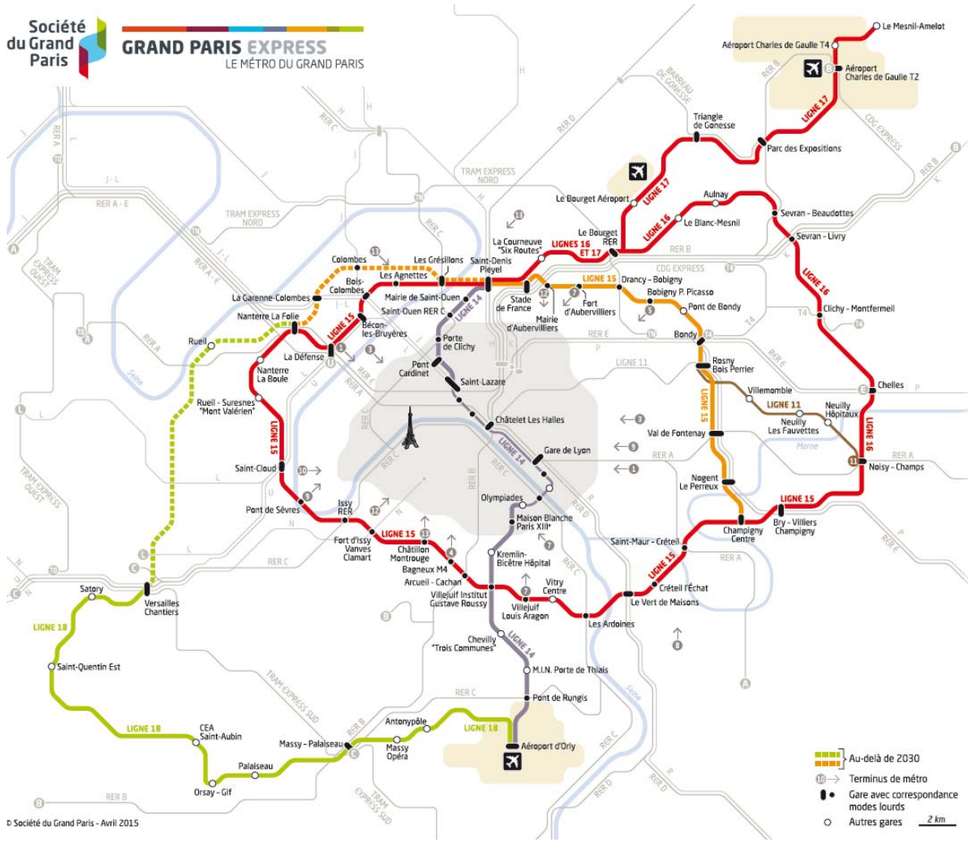
Dans cette partie, la situation « avec projet » correspond ainsi à la configuration de réseau prenant en compte l'ensemble des tronçons du Grand Paris Express mis en service à l'horizon cible 2030 ; la situation « sans projet » correspond à une situation théorique dans laquelle aucun des tronçons du Grand Paris Express ne serait réalisé à l'horizon 2030.

Les éléments présentés ici permettent donc d'apprécier plus généralement les impacts liés à la réalisation du projet au sein du programme du nouveau Grand Paris.

L'offre en mobilité apportée par le projet

A l'horizon 2030, le projet s'inscrit dans une offre en transports publics davantage développée qu'en 2023. La quasi-totalité du Grand Paris Express (hors sections Versailles – Rueil – Nanterre et Saint-Denis Pleyel – Colombes – Nanterre) sera ainsi en service.

Les gares permettant le plus de correspondances de la ligne 16 vers les autres réseaux lourds sont Saint-Denis – Pleyel (lignes 14, 15 et 17, ainsi que RER D ou Transilien), Le Bourget RER (RER B, Tangentielle Nord, ligne 17) et Noisy-Champs (RER A, ligne 11 et ligne 15).



Carte de situation du tronçon par rapport au réseau de transport public en 2030 (Source : SGP)

Incidences sur la demande en déplacements

L'offre apportée par le Grand Paris Express a des impacts significatifs sur la mobilité à l'échelle du périmètre d'étude. Les tableaux qui suivent présentent l'évolution du nombre de déplacements ayant leur origine dans le périmètre d'étude selon le mode (tous modes ou transports publics) et le département de destination.

Alors que le nombre total des déplacements émis par la zone d'étude ne varie pas entre la référence et le projet, la répartition des destinations par contre évolue fortement.

Le nombre de déplacements internes au périmètre d'étude diminue ainsi de 1,6%. Cette diminution profite aux destinations plus éloignées de la zone d'étude comme les Yvelines (+11,2%), l'Essonne (+10,7%), le Val-de-Marne (+9,1%) et les Hauts-de-Seine (+7,6%), territoires vers lesquels les déplacements sont facilités grâce à la nouvelle offre apportée par le Grand Paris Express. On notera toutefois que, pour les deux premiers départements, les volumes restent comparativement faibles malgré leur augmentation.

Destination	Nombre de déplacements en référence	Evolution entre le projet et la référence
Paris	328 900	+0,2%
Seine-et-Marne	116 300	+1,9%
Yvelines	18 200	+11,2%
Essonne	10 400	+10,7%
Hauts-de-Seine	172 500	+7,6%
Seine-Saint-Denis	399 900	+0,8%
Val-de-Marne	120 000	+9,1%
Val-d'Oise	135 400	+0,6%
Périmètre	2 124 300	-1,6%
Total	3 446 000	+0,0%

Evolution entre le projet et la référence de la répartition des déplacements tous modes, débutant dans le périmètre d'étude selon leur destination, un jour ouvrable moyen, en 2030. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Incidence sur la demande en déplacements en transports en commun

Le nombre de déplacements en transports publics débutant dans la zone d'étude augmente considérablement avec projet (+8,2%). Cette augmentation est d'autant plus flagrante vers les départements où l'offre en transports publics est grandement améliorée par l'ensemble des liaisons nouvelles apportées par le Grand Paris Express. L'augmentation à destination du Val-de-Marne est de l'ordre de 30%, celle vers les Hauts-de-Seine de 24%. L'augmentation la moins importante est observée à destination de Paris (+1,3%), là où l'offre est sans projet déjà bien constituée.

Destination	Nombre de déplacements en référence	Evolution entre le projet et la référence
Paris	179 900	+1,3%
Seine-et-Marne	19 500	+20,4%
Yvelines	9 400	+22,1%
Essonne	6 800	+17,2%
Hauts-de-Seine	54 400	+24,4%
Seine-Saint-Denis	99 900	+6,7%
Val-de-Marne	37 200	+29,9%
Val-d'Oise	28 000	+8,3%
Périmètre	247 800	+5,4%
Total	682 900	+8,2%

Evolution entre le projet et la référence de la répartition des déplacements en transports publics, débutant dans le périmètre d'étude selon leur destination, un jour ouvrable moyen, en 2030. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Incidences sur le report modal

Comme le montre le tableau suivant, le report modal induit en faveur des transports publics est de l'ordre de 1,6 point. La part modale des transports en commun augmente le plus fortement à destination du Val-de-Marne (+5,6 points), des Yvelines (+5,1 points, mais pour des volumes de déplacements faibles) et des Hauts-de-Seine (+4,9 points). Symétriquement, ce sont vers ces départements que la part modale de la voiture diminue le plus.

Destination	Automobile (point de %)	Transports publics (point de %)
Paris	-0,5	+0,5
Seine-et-Marne	-3,0	+3,1
Yvelines	-5,1	+5,1
Essonne	-3,8	+3,8
Hauts-de-Seine	-3,9	+4,9
Seine-Saint-Denis	-1,1	+1,5
Val-de-Marne	-5,6	+5,9
Val-d'Oise	-1,6	+1,6
Périmètre	-0,1	+0,8
Total	-0,6	+1,6

Evolution des parts modales selon les destinations, entre le projet et la référence, pour les déplacements débutant dans la zone d'étude, un jour ouvrable moyen, en 2030. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Incidences sur la fréquentation des réseaux de transports en commun

En matière d'utilisations globales, la fréquentation des réseaux de RER, Transilien, tramway et métro est réduite sur certaines sections lorsque le réseau Grand Paris Express est réalisé, du fait des reports de voyageurs depuis le réseau classique : certains itinéraires deviennent en effet plus rapides et plus directs pour les déplacements qui ne nécessitent pas de transiter par Paris. Les baisses de fréquentation par rapport à une situation de référence sans Grand Paris Express peuvent atteindre 10%.

Les lignes qui profitent le plus de cet allègement de leur trafic avec la mise en service du réseau Grand Paris Express sont les RER A, B et E, de même que les sections centrales des lignes de métro maillées au nouveau réseau. Il est observé un résultat similaire avec les lignes Transilien sur les sections comprises entre les points de maillage avec le réseau du Grand Paris Express en rocade et leur terminus dans Paris.

L'analyse des charges maximales permet d'apprécier l'effet attendu localement sur les sections les plus sollicitées de chaque ligne. Par rapport à une situation de référence sans Grand Paris Express, les charges maximales sont généralement réduites sur l'ensemble des lignes.

Les diminutions les plus importantes sont observées sur les lignes proposant des itinéraires de banlieue à banlieue, soit en rocade comme les tramways, soit en radiales traversantes comme les RER ou le métro. Ainsi, sur le RER A, la réduction de la charge maximale du tronçon central s'établit entre -15% et -20% par rapport à la situation de référence sans Grand Paris Express.

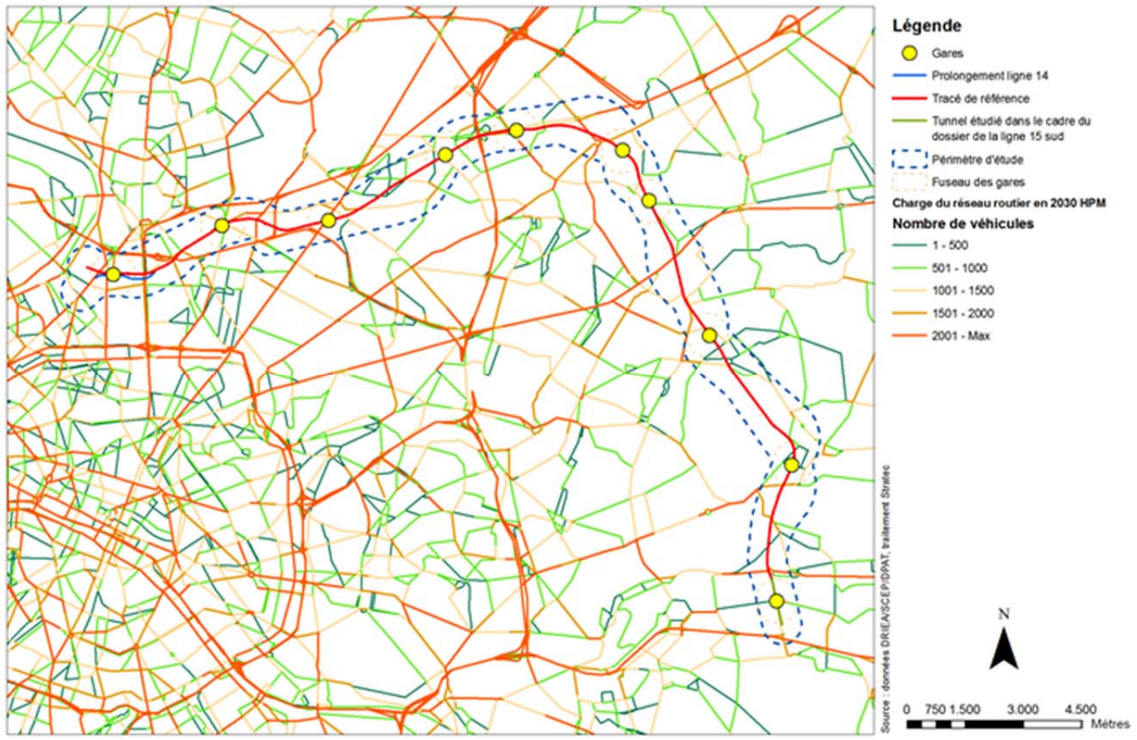
Sur le métro, les effets de réduction de la charge maximale concernent de nombreuses lignes, principalement celles qui sont en correspondance avec le projet. La diminution de la charge maximale est notamment comprise entre 10% et 20% pour les lignes 4, 6, 7, 9 et 13, à l'intérieur de Paris.

Incidences sur la charge et différence de charge du réseau routier

Les deux cartes ci-après présentent respectivement :

- le réseau routier chargé à la pointe du matin, en situation avec projet à l'horizon 2030, à proximité du périmètre d'étude ;
- les augmentations et les diminutions de charge sur le réseau routier entre la situation avec projet et la situation de référence sans projet, à l'horizon 2030.

Comme pour l'horizon 2023, les voies qui présentent les charges les plus importantes sont le Boulevard Périphérique, les autoroutes A1, A3, A4 et A86 ainsi que le réseau de routes nationales et départementales comme la RN1, la RN2, la RN3 et la RN17.

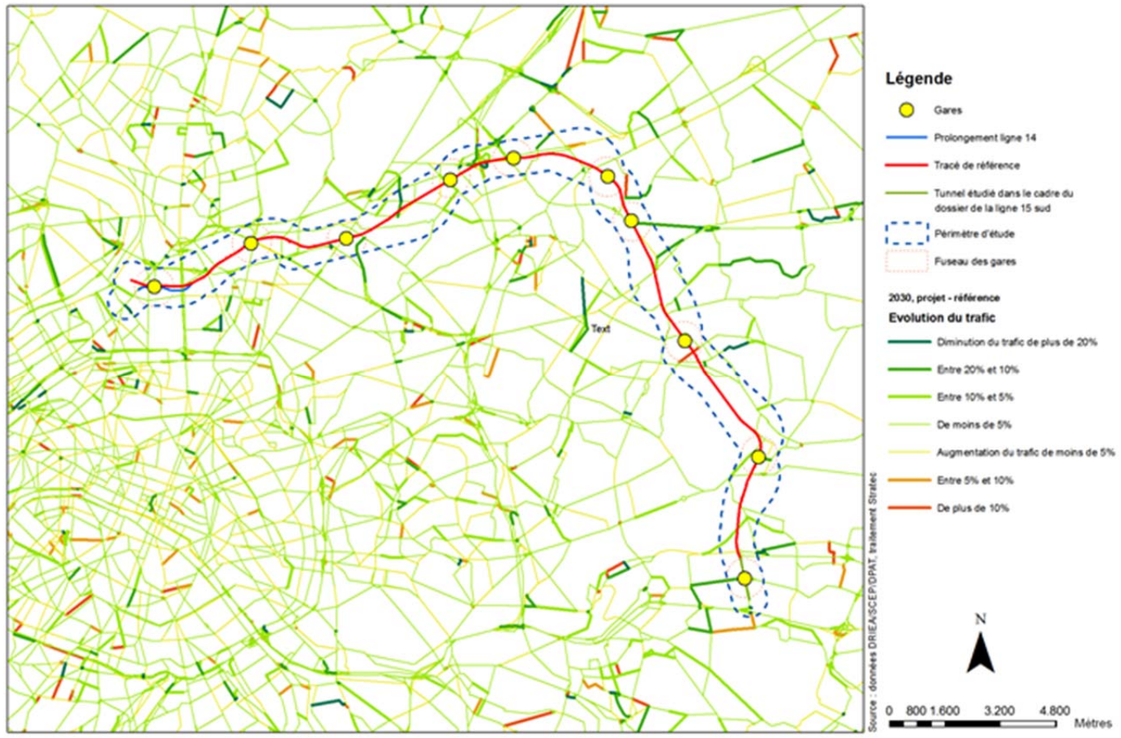


Charge sur le réseau routier en 2030, à l'heure de pointe du matin, avec projet. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

La réalisation du Grand Paris Express apporte une diminution significative des véhicules*km dans le secteur d'étude, par rapport à la situation de référence sans projet : dans le périmètre d'étude on relève une diminution de 6 080 véhicules-kilomètres à la pointe du matin, ce qui correspond à une diminution de 1,4% par rapport à la référence.

La carte suivante présente les augmentations et diminutions de charge entre situation de projet et situation de référence.

Dans le périmètre d'étude, des diminutions de plus de 5% de la charge sont observées sur un nombre important d'axes : 11,4% du linéaire de voirie voit sa charge diminuer de 5% au moins, alors que seulement 1,7% du linéaire voit sa charge augmenter de plus de 5%.



Différences de charge sur le réseau routier en 2030, entre les situations avec et sans projet. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Congestion observée et différence

Le tableau ci-après montre l'évolution du linéaire de voirie saturée à plus de 60% et 80% pour l'ensemble de la Région Ile-de-France, avec et sans réalisation du Grand Paris Express, en 2030.

Linéaire de voirie saturée à plus de :	80%	60%
Projet, 2030, HPM	1 050,7 km	1 927,2 km
Référence, 2030, HPM	1 083,1 km	1 953,1 km
Gains	-32,4 km	-25,8 km
	-2,99 %	-1,32 %

Evolution du linéaire de voirie francilienne saturée entre la référence et le projet, en 2030. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

A l'horizon de la réalisation du réseau complet, le Grand Paris Express dans son ensemble a un **impact positif sur la congestion** : elle permet de diminuer le linéaire saturé à plus de 80% de 32,4km, et celui saturé à plus de 60% de 25,8km. Cela correspond respectivement à une diminution de 2,99% et de 1,32% du linéaire saturé.

17.2.1.3. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation en phase d'exploitation

L'objectif premier d'une infrastructure de transport étant l'amélioration de la mobilité, les impacts du projet sur la mobilité sont bien évidemment positifs et ne nécessitent pas de mettre en place des mesures d'évitement ou de réduction. En revanche, toute une série de mesures connexes visant à maximiser le report modal de la voiture vers les transports en commun peut être mise en place.

Certaines mesures peuvent influencer directement l'utilisation des véhicules particuliers : la mise en place d'une politique de stationnement restrictive en zones urbaines denses ou d'un péage urbain rendent notamment l'utilisation de la voiture plus onéreuse et ont un effet dissuasif.

Il est également possible de rendre l'utilisation des transports en commun plus attractive notamment en instaurant des tarifs combinés ou en créant des aires de stationnement aux abords de gares dont le contexte d'insertion est favorable afin d'inciter au rabattement des automobilistes.

En parallèle, toutes les mesures visant à améliorer la qualité de l'utilisation des modes « doux » de déplacement permettront d'opérer un changement effectif du comportement de déplacement des individus. La notion de « qualité » englobe toutes les composantes liées à la tarification d'un moyen de transport, à la qualité de sa desserte, à son confort d'utilisation, à la sécurité d'un trajet, etc. Parmi ces mesures, la création d'aménagements urbains adaptés aux cyclistes et aux piétons (stationnement, pistes cyclables, éclairage, signalisation, etc.) peut notamment être citée.

L'aménagement de l'espace rural et urbain doit également être pensé en cohérence avec la politique de transport menée. En effet, l'implantation des zones d'habitation et des bassins d'emploi a des conséquences directes sur les déplacements domicile/travail et donc sur les flux de trafic routier, émetteurs de polluants. Un levier efficace pour réduire les distances de déplacements et, ainsi, inciter à l'utilisation de modes de transports alternatifs est la densification

de l'urbanisation couplée à une mixité urbaine et fonctionnelle, en particulier autour des gares.

Le métro du Grand Paris améliore, par ailleurs, la desserte en transport en commun de nombreuses zones du territoire de l'Ile-de-France. Il permet dans ce sens une augmentation importante de l'acceptabilité de mesures plus restrictives comme la circulation alternée ou l'interdiction aux véhicules les plus polluants de circuler en cas de pic de pollution.

A ce titre, les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord du Grand Paris Express permettent, par leur position, de renforcer cette desserte puisqu'elle incarne la maille Est de la ligne de rocade principale du réseau. De plus, les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord offre des correspondances avec la ligne 15 Ouest (reliant Pont-de Sèvres à Saint-Denis Pleyel), la ligne 15 en gare de Saint-Denis –Pleyel et avec la ligne 15 Sud et la ligne 11 prolongée en gare de Noisy-Champs, ainsi qu'avec de nombreuses lignes radiales des réseaux ferroviaires existants.

Il faut, par ailleurs, noter que l'implantation des nouvelles gares entraînera généralement une augmentation des flux de rabattement et de diffusion via les différents modes (piétons, modes actifs, réseau de transport en commun de surface, voitures…). Les aménagements des accès et des circulations autour des gares permettront d'organiser ces flux et de favoriser l'accès aux gares par les modes actifs et les transports en commun, et ainsi de limiter les impacts potentiels sur la mobilité. Les études prévues à l'échelle de chaque pôle, qui font partie des mesures d'optimisation prévues à proximité des gares (voir titre ci-après), permettront de réaliser un projet global, avec une intermodalité qui favorise le développement équilibré de tous les modes de déplacement, et de mettre en œuvre des aménagements qui s'insèrent harmonieusement dans l'environnement urbain.

17.2.2. Impacts et mesures à proximité des gares et des ouvrages annexes

L'intermodalité est un enjeu majeur pour le Grand Paris Express. Il s'agit en effet d'assurer le succès et l'attractivité du réseau, en offrant aux voyageurs des conditions optimales d'accès aux gares et de correspondances quel que soit leur mode de déplacement.

Les gares du Grand Paris Express ont donc un rôle d'interface important entre les réseaux de transport d'une part et l'aménagement des quartiers de gare d'autre part. Cet enjeu est pris en compte dans le projet afin de faire des gares du Grand Paris Express des pôles d'échanges multimodaux innovants et proposant un haut niveau de qualité de service.

La réalisation, le plus souvent possible, de « parvis de gares » permettant d'organiser les connexions entre le Grand Paris Express, le réseau de surface, les modes actifs et l'espace urbain.

En fonction des cas et des contextes d'insertion, des emplacements réservés pour la dépose minute, l'autopartage, le covoiturage ou encore les taxis pourront ainsi être réalisés. En particulier, la conception des gares du projet intègre les principes d'organisation de l'intermodalité avec le réseau de surface, établis par le STIF.

Ces orientations ne préjugent toutefois pas de la restructuration future du réseau de bus ou de l'organisation globale de l'intermodalité à l'échelle des futurs pôles de transport. L'opportunité et les modalités de mise en œuvre de ces opérations sont à confirmer en liaison avec le STIF, les collectivités locales et les autres acteurs concernés.

17.2.2.1. L'accessibilité en transport en commun

Les futures gares des lignes 16, 14 Nord et 17 Sud viendront mailler l'actuel réseau de transport en commun ferrées, en complément notamment e la desserte de la métropole en rocade. 5 gares deviendront des pôles de correspondance avec une ou plusieurs stations ou gare de métro, RER, Transilien, tramways : Saint Denis Pleyel, la Courneuve « six Routes », le Bourget RER, Sevran-Livry et Chelles.

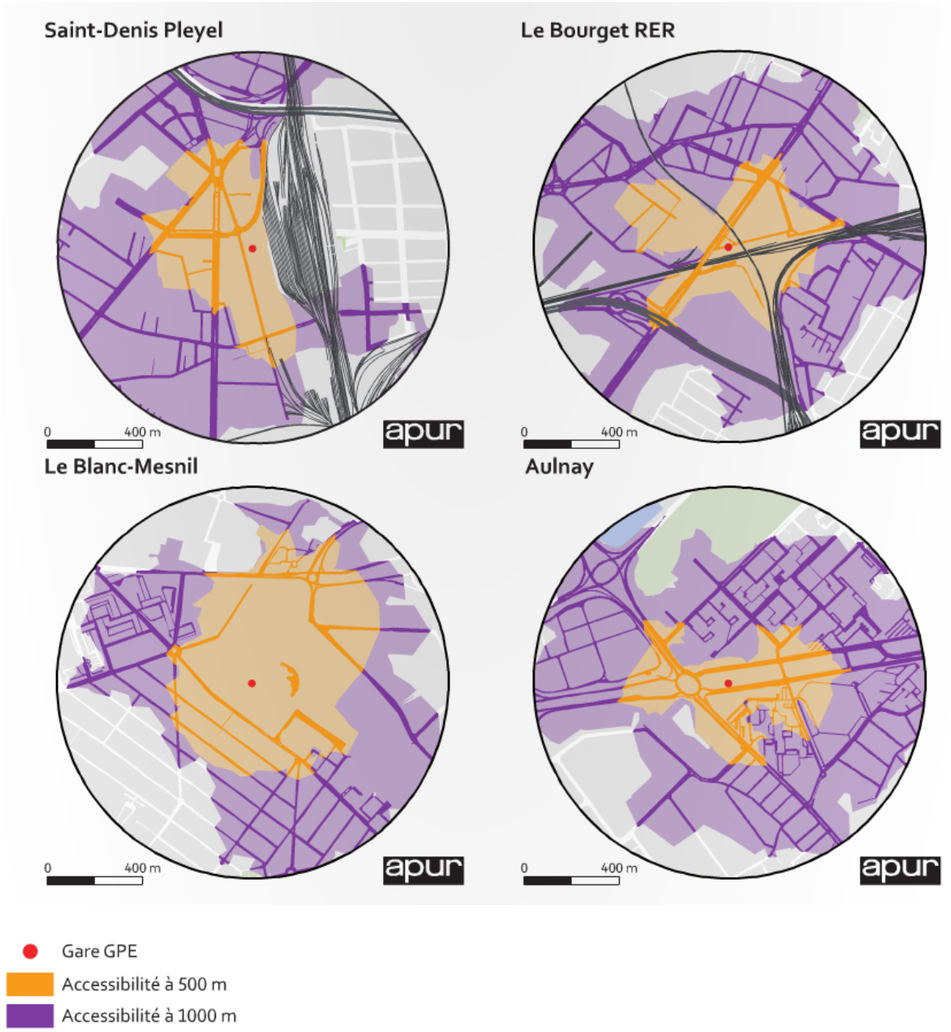
Saint Denis est amené à devenir un hub du nouveau réseau de transport métropolitain, puisque dans la gare convergeront les lignes 14,15,16 et 17 du futur métro et la ligne 13 et le RER D seront accessible en correspondance piétonne.

3 quartiers verront leur accessibilité nettement transformées par l'arrivée d'une nouvelle gare : le Blanc-Mesnil, Aulnay et Clichy – Montfermeil. Les deux communes du Blanc-Mesnil et d'Aulnay-sous-Bois disposent déjà du RER B, mais la ligne 16 permettra de désenclaver ces secteurs et d'améliorer également la desserte de pôles d'emploi importants tels que Parinor et Garonor. Le désenclavement de Clichy-Montfermeil grâce aux transports en commun sera quant à lui permis par l'arrivée du Tramway T4 dans un premier temps (mise en service prévue pour 2018).

17.2.2.2. L'accessibilité à pied aux gares

5 quartiers de gare disposent d'ores et déjà d'une accessibilité piétonne satisfaisante, permise par une trame viaire existante (La Courneuve « Six Routes », Sevran-Beaudottes, Sevran-Livry).

En revanche 4 quartiers présentent des limitations en termes d'accessibilité piétonne, qui s'expliquent soit par une trame viaire incomplète à proximité de la gare ou au-delà ou à des coupures urbaines importantes liées aux infrastructures routières ou ferrées. Saint Denis Pleyel, par exemple pâtit d'une trame viaire faiblement développée dans sa partie Ouest, tandis que l'est du quartier est rendu difficilement accessible par le fuseau de voies ferrées et le faible nombre de passage possible. Dans le quartier du Bourget RER et d'Aulnay sous-bois, les voies ferrées autant que l'ex RN2 limitent les déplacements piétons. Enfin le quartier du Blanc Mesnil présente une situation particulière car si l'accessibilité piétonne à 500metres est bonne, la trame viaire vient limiter les déplacements au-delà, la liaison vers le centre-ville est difficile à travers le tissu pavillonnaire situé dans le quart sud-Est.



Quatre gares nécessitant un développement des espaces publics (Source : APAU)

17.2.2.3. L'accessibilité à vélos aux gares

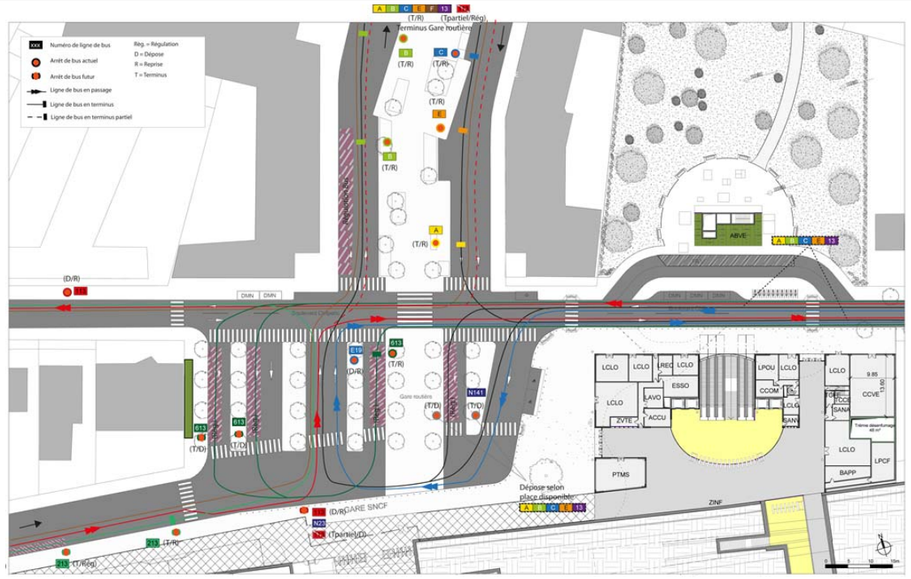
La carte d'accessibilité des gares existantes et en projet montre le grand potentiel de développement du vélo dans la métropole. Les servitudes de stationnement vélos en gare, vélos en libre-service de type Vélib, joueraient un rôle incitatif et permettraient de faciliter le rabattement vers les gares. L'analyse des aménagements cyclables actuels et projetés fait apparaitre la faiblesse du réseau cyclable existant dans et autour des quartiers de gare. Les aménagements cyclables sont assez discontinus à l'exception du canal de l'Ourcq. Il parait opportun d'étudier la mise en œuvre du schéma Départemental d'Itinéraires Cyclables (SDIC), en prenant tout particulièrement en compte la problématique du rabattement vers les futures gares des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord et vers les équipements commerciaux.

Le réseau cyclable existant et les projets inscrits aux SDIC

Dans cette section, les impacts plus précis au niveau des gares, en phase de chantier et d'exploitation, et au niveau des ouvrages annexes, en phase de chantier, sont passés en revue.

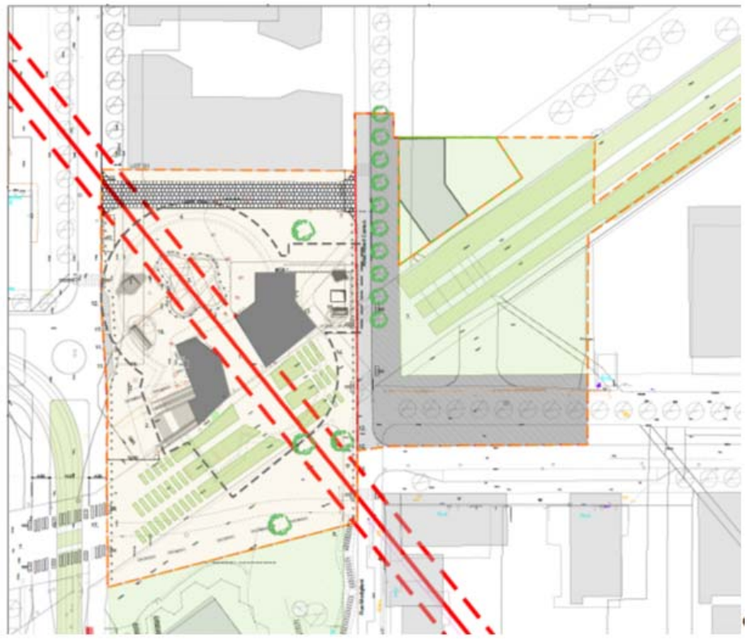
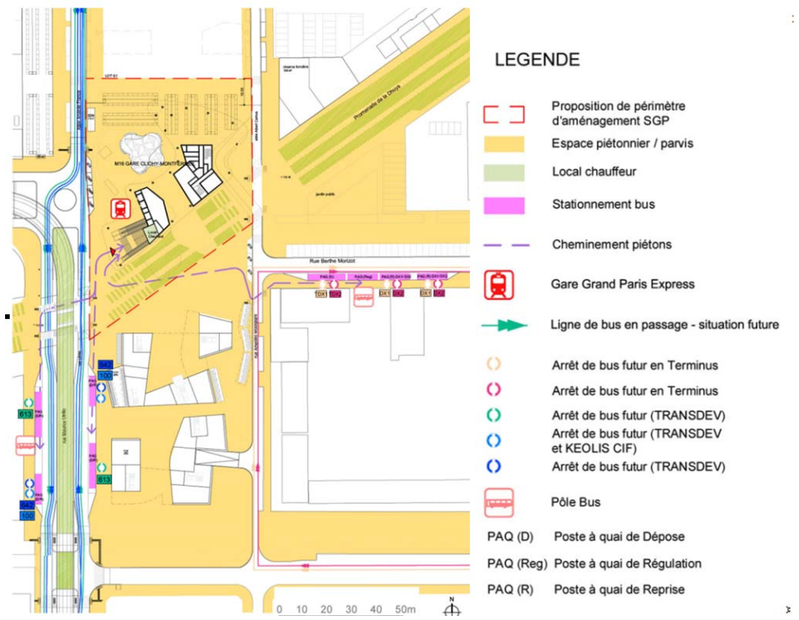
17.2.2.4. Chelles

Plan d'aménagements intermodaux



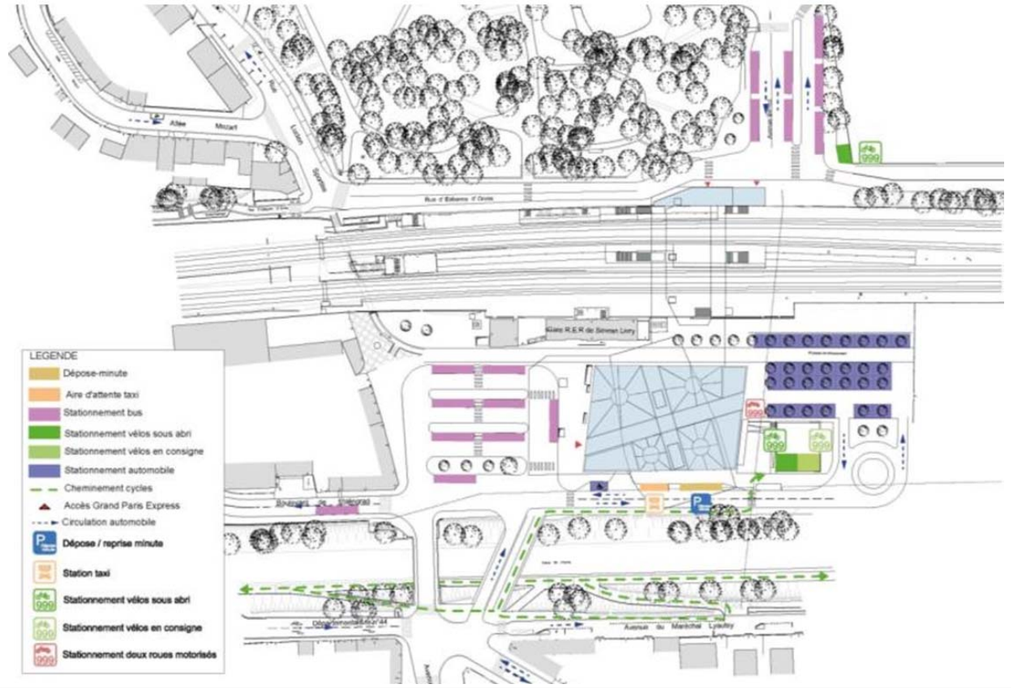
Accessibilité générale	Depuis l'espace public, il existe 3 accès à la gare du Grand Paris : -L'accès Ouest, côté gare routière desservant le quartier Nord-Ouest de Chelles ; -L'accès Nord, côté boulevard Chilpéric desservant le quartier Nord-Est de Chelles ; -L'accès Sud, côté rue de l'Espérance, desservant les quartiers Sud. Depuis la gare SNCF, il existe 2 accès à la gare du Grand Paris : -la galerie des transports, située à l'Ouest, le long du talus SNCF et dans le prolongement de la gare actuelle ; -un passage souterrain, situé au Sud du bâtiment voyageur (passage souterrain non accessible aux PMR ; cette faisabilité étant impossible du fait du manque de place entre les voies ferrées existantes).
Accessibilité en transports en commun	La gare de Chelles est desservie par la ligne 16 du réseau GPE et est en correspondance directe avec le réseau SNCF desservant la gare de Chelles Gournay: -La ligne E du RER offre une liaison vers Paris (Haussmann-Saint Lazare) et à terme vers l'ouest de l'Île-de-France (Mantes-la-Jolie via La Défense avec la mise en service du prolongement d'EOLE à l'ouest) ; -La ligne P du Transilien offre à la fois une liaison avec l'est de l'Île-de-France (en direction de Meaux) et la gare de l'Est. Le secteur du futur pôle GPE de Chelles est aujourd'hui desservi par dix lignes de bus régulières en journée et deux lignes Noctilien, au niveau de la gare routière de la gare de Chelles. À l'horizon GPE, le nombre de lignes de bus reste inchangé. Une restructuration à moyen terme des lignes du réseau APOLO 7 est envisagée Il est proposé de réorganiser la gare routière existante en l'étendant vers l'ouest. La partie nord de la gare routière demeure inchangée par rapport à la situation actuelle.
Accessibilité routière	La desserte de la gare est assurée par deux voiries parallèles aux voies ferrées. Au nord, le boulevard Chilpéric assure le trafic d'Est en Ouest entre l'avenue François Mitterrand (D934) et l'avenue de la Résistance.
Accessibilité des modes actifs (marche à pied, vélo)	Les voyageurs provenant de la ville accèdent à la gare par l'une des trois entrées du bâtiment voyageurs (entrée nord, entrée ouest en échange direct avec la gare routière, entrée sud via la création d'un passage ville-ville sous les voies SNCF). Au sein du pôle gare, quatre emplacements sont prévus pour le stationnement des vélos Des déposes minute sont prévues au droit de l'entrée Sud et de l'entrée Nord.

17.2.2.5. Clichy-Montfermeil

<table>
<tr>
<td>Plan masse du parvis
  </td>
<td>Accessibilité générale</td>
<td>Les voyageurs provenant de la ville, des bus ou du T4 accèdent à la gare par l'entrée principale une des trois entrées au bâtiment voyageurs de la gare (entrée nord, entrée ouest en échange direct avec la gare routière, entrée sud via la création d'un passage ville-ville sous les voies SNCF). Ces trois entrées convergent vers le hall d'entrée de la gare.</td>
</tr>
<tr>
<td rowspan="3"> 
</td>
<td>Accessibilité en transports en commun</td>
<td>La future gare de Clichy-Montfermeil ne se trouve pas en interaction avec une gare routière existante. Les projets de transports futurs (T4 et GPE) ainsi que l'ensemble des réaménagements prévus dans le secteur feront à terme, de ce site un pôle multimodal majeur qui devra intégrer des bus. Ainsi, huit postes à quai sont aujourd'hui envisagés sous réserve des études du STIF, dont 4 pour des bus articulés (lignes 602, 613, 642) plus 2 postes à quai en réserve pour des lignes à déterminer.
Pour rappel, la gare de Clichy–Montfermeil est en correspondance avec la ligne de tramway T4. Cette correspondance s'effectue en surface, moins de 5 min sont nécessaires pour rejoindre la station Clichy-Montfermeil du T4 depuis les quais de la nouvelle gare.</td>
</tr>
<tr>
<td>Accessibilité routière</td>
<td>Les voiries réalisées dans le cadre de l'opération et le renouvellement urbain du quartier du Plateau ne seront pas reprises dans le cadre de cette opération.
La place de la gare accueille également le marché et différentes manifestations sociales, le parvis de la gare sera dimensionné pour répondre à ces objectifs.</td>
</tr>
<tr>
<td>Accessibilité des modes actifs (marche à pied, vélo)</td>
<td>Les aménagements proposés comportent une surface pour les abris vélos répartis à l'est et à l'ouest de la Villa Médicis et une zone de consigne vélo.
Les flux cycles sont particulièrement étudiés et mis en œuvre en accompagnement de la ligne de tramway T4, sur les axes Utrillo et Romain Rolland. La promenade de la Dhuis qui permet une connexion piétonne et cycle est maintenue et l'ensemble de ces flux sont conservés lors de la traversée de la place de la gare
À l'est de la rue Modigliani, la promenade de la Dhuys et l'espace vert adjacent seront remis en état à l'identique, ils représentent une surface de 4800 m².

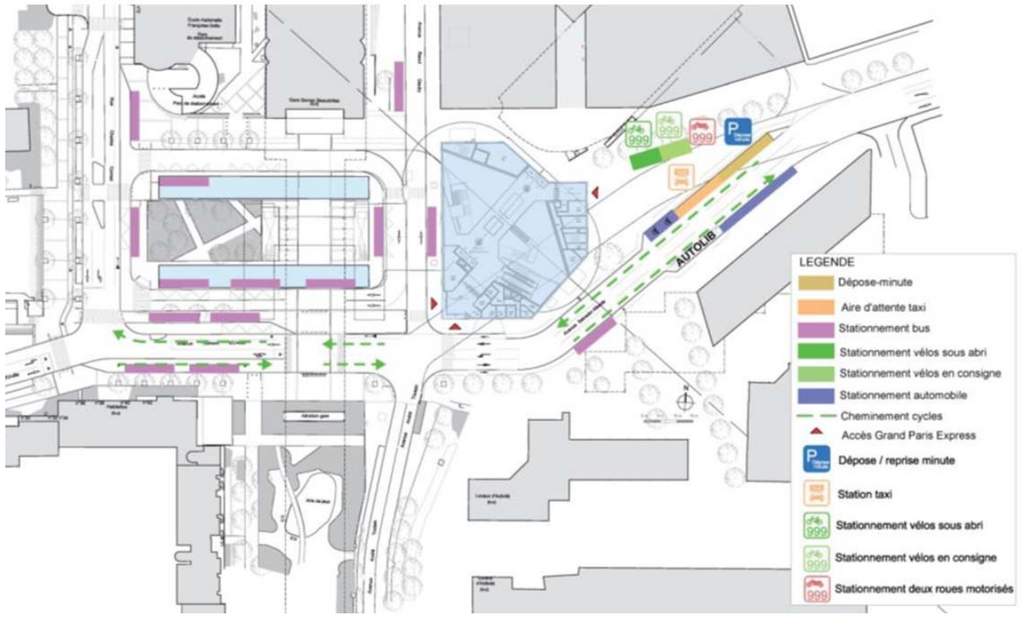
Les aménagements prévus sont les suivants : des emplacements réservés pour les taxis. Trois places de dépose-minutes et des stationnements deux roues.</td>
</tr>
</table>

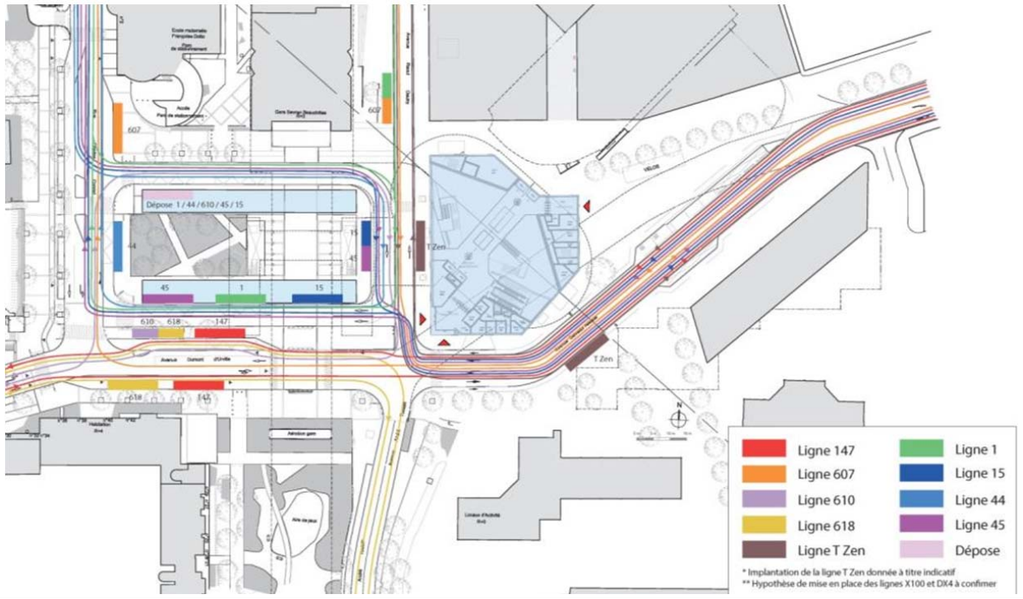
17.2.2.6. Sevran-Livry

<table>
<tr>
<td>Plan d'aménagements intermodaux
 
</td>
<td>Accessibilité générale</td>
<td>La gare du Grand Paris de Sevran-Livry est en correspondance avec la ligne de RER B. Les voies de RER se situant au niveau rue, la connexion est assurée au niveau -1 par deux passages souterrains :
-un passage existant à l'est qui débouche à son extrémité sud sur un escalier fixe pour rattraper le niveau -1 ;
-un deuxième passage souterrain créé et implanté à la même altimétrie que la salle d'échange.</td>
</tr>
<tr>
<td rowspan="2"> </td>
<td>Accessibilité routière</td>
<td>Dans le but d'améliorer l'accès à la gare, un ouvrage de franchissement supplémentaire est créé au-dessus du canal de l'Ourcq.
L'accès au parking de rabattement est retravaillé.
Au nord, l'avenue Berlioz est redressée au niveau de son articulation avec la rue d'Estienne d'Orves afin de l'intercepter en angle droit. L'avenue a ainsi le linéaire nécessaire pour accueillir le deuxième pôle bus au nord des voies ferrées.
À l'horizon de la mise en service de la ligne de métro 16, sans réalisation de projets urbains, le parking de rabattement existant continue à fonctionner. Les voyageurs utilisant le parking de rabattement rejoignent l'entrée de métro par le cheminement piéton créé entre les deux bâtiments voyageurs.</td>
</tr>
<tr>
<td>Accessibilité en transports en commun</td>
<td>La gare routière est largement reconfigurée et concentrée à l'ouest face à la façade principale de la gare du Grand Paris. Elle est desservie par : la ligne 623 en terminus, la 605 ; la ligne 147 et deux lignes supplémentaires DX2 et DX3.
Au nord un deuxième pôle bus est aménagé le long de l'avenue Berlioz, à proximité de l'émergence de la gare. Il accueille les lignes 607 et 43 en terminus et les lignes 605, 618 en rabattement.</td>
</tr>
</table>

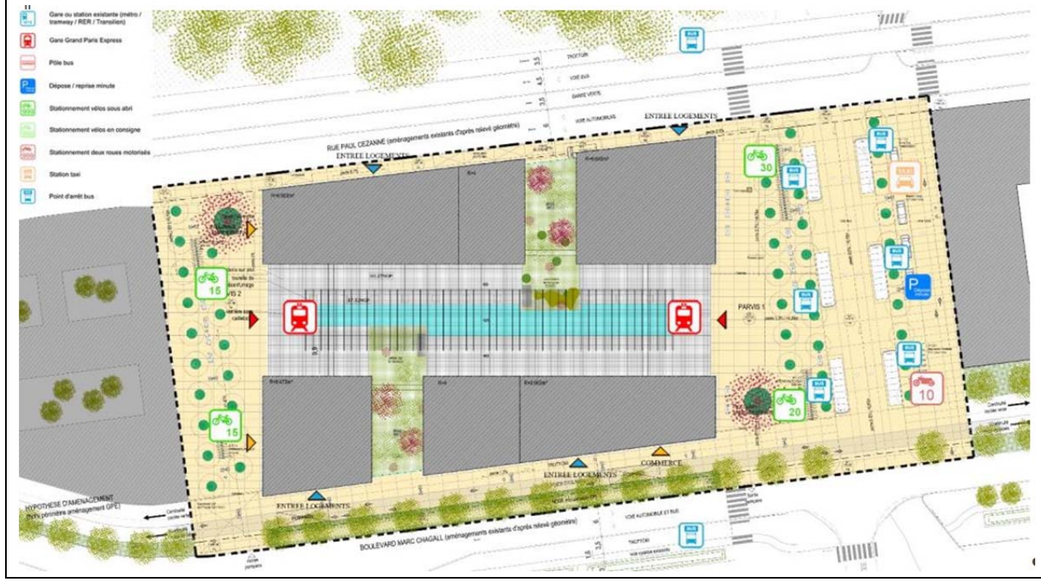
	Accessibilité des modes actifs (marche à pied, vélo)	Le parvis est bordé par la gare routière qui se concentre à l'ouest avec un point haut vers le canal. Le parvis se retourne le long de la façade sud afin de sécuriser les flux piétons provenant des taxis, dépose/minute et de l'abri vélos. Au niveau bas, il se raccorde à un cheminement piéton orienté à l'ouest vers le passage ville et à l'est vers le parking de rabattement. Une bande cyclable le long du talus et dans la continuité du nouvel ouvrage de franchissement du canal est créée afin de sécuriser le cheminement des cyclistes provenant du sud. En ce qui concerne l'offre de stationnement vélos au nord des voies RER, un abri vélo est situé en limite de propriété de la Marine, couplé à un local réservé aux chauffeurs de bus. Trois places de stationnement destinées à la dépose/reprise sont situées le long de la façade sud de l'émergence. Le stationnement des deux roues motorisées est prévu dans le parking de rabattement.

17.2.2.7. Sevran -Beaudottes

Plan d'aménagements intermodaux 	**Accessibilité générale**	Les échanges intermodaux sont organisés côté ouest et est de la gare. L'entrée principale à la gare, située le long de la place de la gare routière et à l'angle de la rue Dautry et de l'avenue Salvador Allende, permet un accès direct aux voyageurs effectuant une correspondance depuis la gare routière, ainsi qu'aux personnes venant des quartiers sud de la Ville. La seconde entrée, côté sud-est de la gare, s'ouvre sur un grand parvis où sont organisés les modes doux, les déposes minutes et les taxis. Ce parvis initie la requalification de cet axe structurant vers les développements en devenir de l'est de la Ville.
	Accessibilité routière	La réalisation de l'émergence de la gare sur un site contraint nécessite un léger redressement de l'avenue Raoul Dautry, permise à la circulation dans un sens unique, afin de dégager un espace piéton desservant la gare. Les emplacements réservés au stationnement dépose-minute sont implantés côté est de la gare, le dessin de l'émergence de la gare étant calé à l'ouest sur la gare routière

	**Accessibilité en transports en commun**	La gare du métro Grand Paris Express est implantée côté est des voies du RER B. La correspondance avec la ligne B du RER s'effectue au niveau -2 de la gare. Un passage, ouvert côté sud du volume de la gare, permet de rejoindre deux voies de circulations verticales, situées de part du volume du volume des quais du RER B situés niveau -1. Actuellement, la gare routière est desservie par 9 lignes de bus régulières, dont une en terminus (ligne 610) et une en terminus partiel (ligne 45). De même, la gare routière est légèrement reconfigurée. Le quai central, côté Est, est supprimé et les deux arrêts qui le bordent sont déplacés. Une étude de Pôle sera prochainement lancée afin d'affiner le programme d'aménagement autour de la gare.
	Accessibilité des modes actifs (marche à pied, vélo)	Le stationnement des deux roues motorisées ainsi qu'une station d'auto-partage sont prévus à l'extrémité nord du parvis Est, accessible depuis l'avenue Salvador Allende. Les emplacements Vélos sont organisés sur le nouveau parvis Est, face à l'entrée sud-est de la gare.

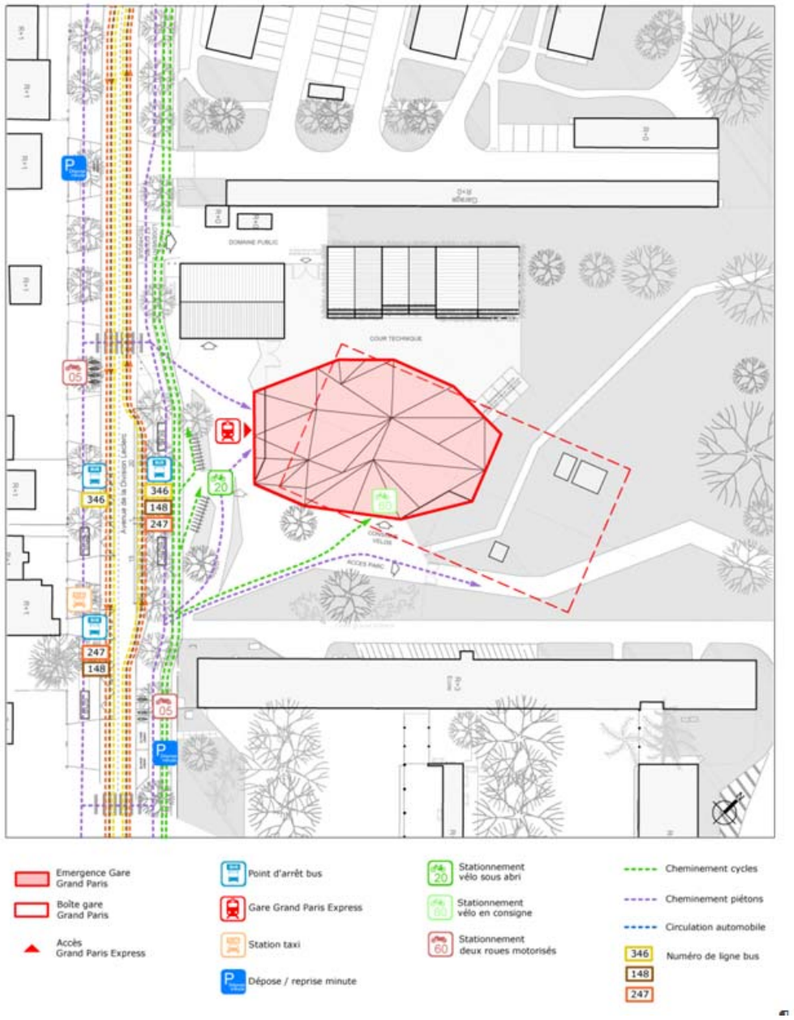
17.2.2.8. Aulnay-sous-Bois

Plan d'aménagements intermodaux 	**Accessibilité générale**	L'îlot gare est composé de l'émergence gare avec un projet connexe, d'un parvis ouest, d'un parvis est, d'une gare routière (Bus et taxi) à son extrémité Est, d'un trottoir élargi recevant du stationnement technique (livraison, force de l'ordre, convoyeur de fond) au nord et d'un mail planté avec piste cyclable le long de sa limite sud. Chaque parvis est aménagé de deux abris vélo. Le parvis est connecté à une nouvelle gare routière composée de postes à quai, d'une voie taxi avec dépose minute et de stationnements deux roues.
	Accessibilité routière	La gare sera implantée sur une parcelle servant actuellement de terre-plein central de l'ex RN2. La parcelle est bordée au nord par la rue Paul-Cézanne, au sud par le boulevard Marc-Chagall, à l'est par le Chemin de Roissy en France et à l'ouest par le Rond-point du carrefour de l'Europe. La dépose minute comprend trois places est implantée le long de la voie taxi située à l'est du site.

	Accessibilité en transports en commun	Le secteur de la future gare d'Aulnay est actuellement desservi par deux lignes de bus régulières avec des arrêts sur le boulevard Marc-Chagall et la rue Paul-Cézanne. À l'horizon de la mise en service la future gare d'Aulnay, elle sera en connexion directe avec quatre lignes de bus desservant déjà le secteur (lignes 609, 617, 627 et CIF45), ainsi qu'en interconnexion au niveau du carrefour de l'Europe avec quatre lignes de bus desservant également déjà le secteur ; À terme, la gare d'Aulnay doit disposer d'une gare routière avoisinant la nouvelle gare. Les sens uniques des axes routiers de la rue Paul-Cézanne et du boulevard Marc-Chagall contraignent les itinéraires des lignes de bus desservant la gare GPE. Au niveau de la gare routière cela se traduit par le fait que les lignes arrivant de l'est déposent côté ouest de la voie transversale pour repartir en direction de l'est, et inversement pour les lignes arrivant de l'ouest.
	Accessibilité des modes actifs (marche à pied, vélo)	Les emplacements pour les vélos sont placés aux extrémités des parvis et sont accessibles depuis l'espace public. Ainsi, le cycliste peut approcher son vélo au plus près et le laisser à proximité immédiate des transports. Des pistes cyclables sont existantes sur la rue Paul-Cézanne et sur le boulevard Marc-Chagall. Une nouvelle piste est créée au plus près de la gare le long de la coulée verte au sud de la façade sud de la gare.

17.2.2.9. Le Blanc-Mesnil

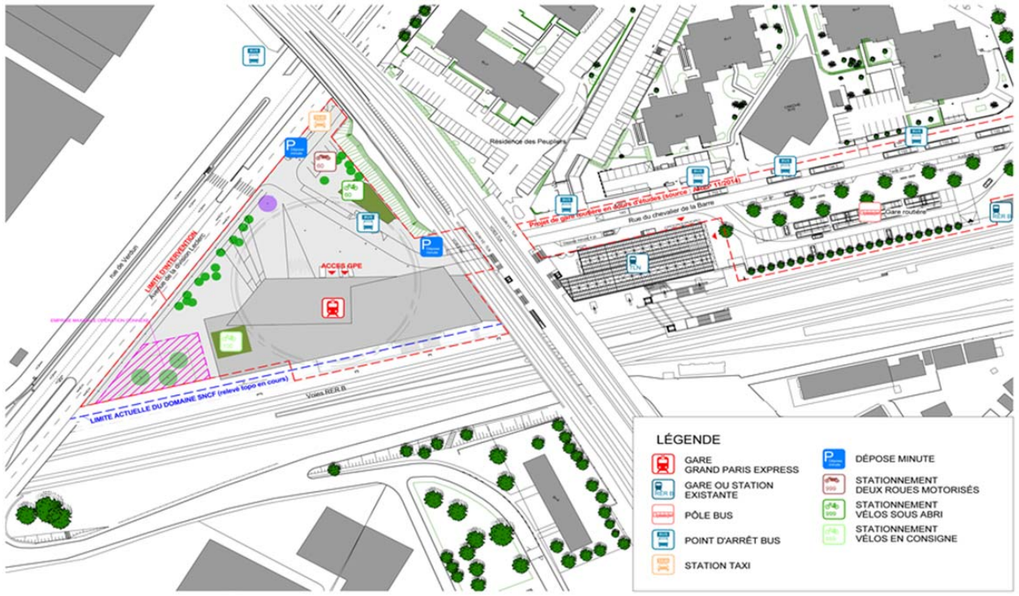
Plan d'aménagements intermodaux	**Accessibilité générale**	La gare de la ligne 16 du Blanc-Mesnil est localisée le long de l'avenue de la Division Leclerc. Les arrêts de bus et taxi, ainsi que les stationnements déposes-minutes et motos sont placés directement sur l'avenue, évitant ainsi une confrontation entre modes doux et modes motorisés.
	Accessibilité routière	Il n'est pas prévu de création de places de stationnement dans le cadre de la mise en œuvre de la gare GPE. En revanche, le projet urbain envisage la création de places de stationnement par la mise en œuvre d'une contre-allée avec des stationnements en épi et d'un éventuel parking souterrain attenant à la gare GPE Trois places de stationnement affectées à la fonction de dépose/reprise minute sont accessibles depuis la voirie dans les deux sens de circulation

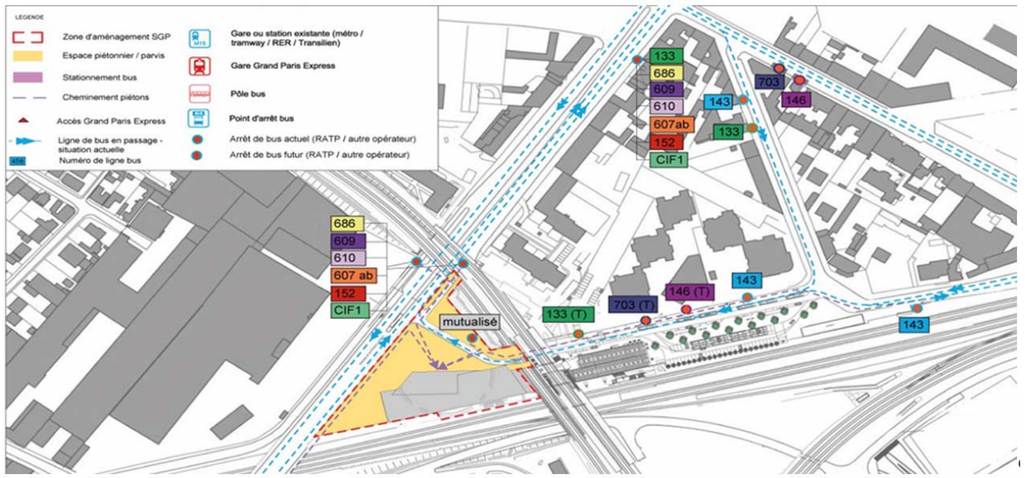


Accessibilité en transports en commun	La gare GPE de Blanc Mesnil sera en connexion directe au niveau de l'avenue de la Division Leclerc avec trois lignes de bus desservant déjà le secteur : lignes 148, 247 et 346. Cette dernière serait prolongée jusqu'à la future gare GPE où elle effectuerait son terminus. Seule la ligne 346 est déviée de son itinéraire actuel afin d'effectuer son terminus au niveau de la future gare GPE de Blanc-Mesnil (prolongement depuis son terminus actuel localisé au niveau de la place de la Libération – Forum - vers la gare GPE via l'avenue de la Division Leclerc en direction du nord-ouest). Aux vues des petites dimensions du parvis et de l'avenue de la Division Leclerc, il n'est à ce jour pas envisagé d'effectuer le retournement de cette ligne directement au niveau de la gare GPE de Blanc-Mesnil. En conséquence, il est ainsi proposé d'effectuer ce retournement au niveau du rond-point de la Division Leclerc au nord-ouest de la gare (distant d'environ 300 m de la future gare GPE), facilitant par ailleurs la giration du retournement.
Accessibilité des modes actifs (marche à pied, vélo)	Deux abris vélo d'une capacité de dix places sur le parvis côté sud à proximité de l'accès de la gare (face à l'accès).

17.2.2.10. Le Bourget RER

Plan d'aménagements intermodaux



Accessibilité générale	La topographie marquée du site ainsi que les différents flux en provenance de la ville ont conduit à l'aménagement d'un parvis reliant physiquement et visuellement l'avenue de la Division-Leclerc à la rue du Chevalier-de-La-Barre. Les importantes différences de niveau qui caractérisent le site justifient l'aménagement de cet espace public en trois plateaux. Le plateau le plus bas, situé au niveau de l'accès principal de la gare, concentre les flux entrants et sortants des usagers depuis la gare routière à l'est, le dépose minute et la borne taxis au nord, l'avenue de la Division-Leclerc à l'ouest et les arrêts de bus à proximité – notamment celui qui se trouve au niveau du parvis, au pied du talus de la grande ceinture et le long de la rue du Chevalier-de-La-Barre. Le plateau le plus haut, qui se trouve à l'ouest de la gare, joue le rôle de trait d'union entre l'avenue de la Division-Leclerc et la gare, en ménageant les entrées du personnel. Enfin, un troisième plateau à mi-chemin entre le haut et le bas du parvis, s'articule dans la continuité d'un commerce situé à l'angle nord-ouest du bâtiment et se prolonge pour devenir la scène d'un forum urbain en gradins, constituant ainsi l'un des évènements de l'espace public.
Accessibilité routière	La gare s'insère dans une parcelle triangulaire délimitée à l'ouest par l'artère principale formée par l'avenue de la Division-Leclerc et à l'est par les voies ferroviaires aériennes existantes de la Grande Ceinture (GC), qui sera doublée par la Tangentielle Légère Nord (TLN) et au sud, par les voies ferroviaires du RER B. L'Ex RN2 (avenue de la Division-Leclerc) deviendra un véritable « boulevard métropolitain », à la fois axe de circulation régulé et lieu de vie agréable pour les usagers, qu'ils soient riverains, piétons, automobilistes, cyclistes. En outre, deux dépose-minute ont été installés à des endroits stratégiques, le premier se trouvant le long de la rue du Chevalier-de-La-Barre et permettant un accès direct et rapide à la gare et le second longeant l'avenue de la Division-Leclerc afin que les véhicules n'aient pas à réaliser de détour pour déposer leurs passagers.
	**Accessibilité en transports en commun**	Le réseau de bus est amené à évoluer avec la réalisation de l'ensemble des opérations prévues sur Le Bourget. Une proposition d'organisation fonctionnelle de desserte bus autour de la future gare du Bourget est proposée en dehors du périmètre d'aménagements. Des études sont actuellement menées conjointement par le STIF et la SNCF sur le fonctionnement intermodal en accompagnement du projet TLN.
	Accessibilité des modes actifs (marche à pied, vélo)	L'abri vélos se trouve dans la continuité du parcours cyclable en provenance de la rue du Chevalier-de-La-Barre et la consigne vélos est directement accessible depuis l'avenue de la Division-Leclerc.

17.2.2.11. La Courneuve

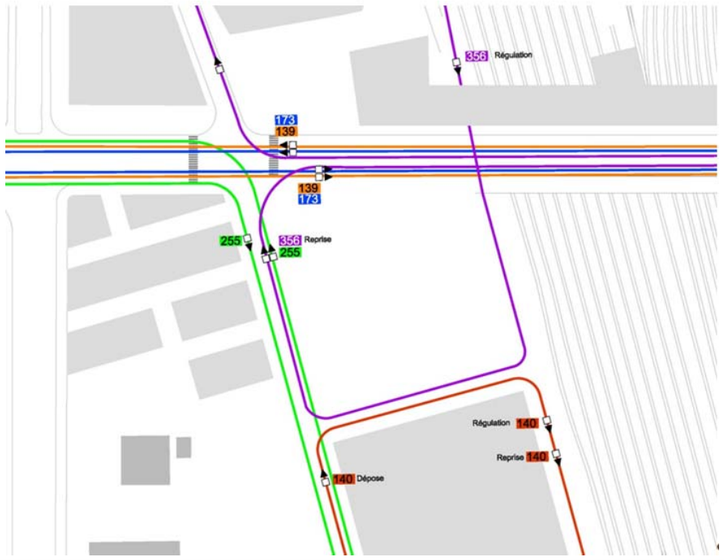
<table>
<tr>
<td>Plan d'aménagements intermodaux
</td>
<td>Accessibilité générale</td>
<td>L'organisation de l'intermodalité de surface décrite dans ce chapitre est susceptible d'évoluer en fonction des conclusions de l'étude de pôle en cours ainsi que de l'avancement du projet urbain porté par la collectivité qui pourrait faire évoluer le schéma viaire.
La reconfiguration totale du carrefour est prévue à l'occasion d'un vaste projet de réaménagement urbain qui accompagne celui de la gare.

L'îlot gare, implanté au croisement de la rue Saint-Denis et de l'avenue du Général Leclerc, au sud-ouest du carrefour, deviendra le centre des flux de circulations du secteur que ce soit au niveau des transports publics qu'au niveau des transports individuels et piétons.
Le choix d'une gare traversante répond à un désir d'optimisation des circulations autour et à travers la gare : cela permet d'accéder au hall d'entrée depuis la rue arrière sans effectuer de détour et sans passer par l'avenue du Général Leclerc, déjà particulièrement sollicitée (arrêts de bus et places de stationnement).</td>
</tr>
<tr>
<td rowspan="3">
</td>
<td>Accessibilité routière</td>
<td>Le carrefour des « Six Routes » se présente comme un lieu de convergence de 3 axes structurants du département.
Il est constitué par l'intersection de l'ex-RN301 (avenue Roger Salengro au Nord / boulevard Pasteur au sud), de l'ex-RN186 (rue de la Convention à l'Est / rue Saint-Denis à l'ouest) et de la RD30 (avenue du Général Leclerc au Sud / avenue Henri Barbusse au Nord).</td>
</tr>
<tr>
<td>Accessibilité en transports en commun</td>
<td>De nombreuses lignes de bus desservent actuellement l'îlot Gare. Il est prévu 6 lignes de bus dont certaines verront leur parcours modifié à l'occasion du projet.
A proximité de la gare le passage du tramway T1 sur la rue Saint-Denis est l'occasion de créer une interconnexion avec ce mode de transport important offrant une liaison vers Asnières-Gennevilliers (Les Courtilles) et Noisy-le-Sec RER.
La correspondance avec cette ligne s'effectue en surface, en accès direct par la rue de Saint-Denis.</td>
</tr>
<tr>
<td>Accessibilité des modes actifs (marche à pied, vélo)</td>
<td>Le projet prévoit un abri vélo de 120 m² pour 60 places, ainsi qu'une consigne collective véligo de 120 m² pour 120 places. La consigne et l'abri sont positionnés au nord de la parcelle et au plus près de la voirie pour que les vélos n'aient pas à traverser le parvis. La consigne véligo est intégrée au bâtiment voyageur.

Le dépose-minute et la place de taxi sont situés à proximité immédiate de l'entrée de la gare sur l'avenue du Général Leclerc.</td>
</tr>
</table>

17.2.2.12. Saint-Denis-Pleyel

<table>
<tr><td>Plan d'aménagements intermodaux
</td><td>Accessibilité générale</td><td>L'emprise de la gare de Saint-Denis Pleyel est limitée au nord par le futur franchissement urbain, à l'Ouest par la rue Pleyel, au sud par le méta ilot et à l'est par le faisceau ferroviaire. La réalisation des programmes, des bâtiments et des espaces publics du projet de la tête de réseau changera radicalement le contexte d'insertion de la gare.

La nouvelle topographie, créée par le franchissement urbain, transforme, au Nord, la morphologie des environs proches de la gare. L'enjeu principal du projet des espaces publics est donc d'articuler le passage entre le niveau haut du carrefour (entre le franchissement et la rue Pleyel) et le niveau bas du parvis (qui dessert l'accès principal de la gare).
La différence de niveau est donc gérée à la fois par de grands emmarchements qui établissent une relation directe entre les deux niveaux et par un cheminement en pente continue de 4% qui longe la rue Pleyel.
Les aménagements intermodaux et fonctionnels sont organisés de façon à hiérarchiser les accès et les flux sur le parvis tout en ménageant ces différences de niveaux.</td></tr>
<tr><td rowspan="3"> 
</td><td>Accessibilité routière</td><td>La future Gare Grand Paris Express de Saint-Denis Pleyel se situe le long du faisceau ferroviaire, entre la rue Pleyel et l'actuelle rue Francisque Poulbot.

Les trois places de dépose-minute se situent dans une zone réservée le long de la nouvelle voie de retournement de la gare, au sud du parvis.</td></tr>
<tr><td>Accessibilité en transports en commun</td><td>La gare de Saint-Denis-Pleyel crée un nouveau pôle multimodal avec la gare RER-D Saint-Denis-Stade de France (connecté par une passerelle piétonne) et le réseau bus. La gare de Saint-Denis-Pleyel assure également la connexion entre les lignes de métro express 14, 16 et 17.

Le secteur de la future gare de Saint Denis Pleyel est actuellement desservi par deux lignes de bus du réseau RATP, la ligne 139 et 255. La ligne 274 et une ligne du réseau Noctilien (la ligne 14) desservent les abords proches du site.
Dans le cadre du projet, la quasi-totalité des lignes de bus existantes sont déviées de leur itinéraire (dans les environs proches de la gare ou au niveau du quartier) afin de desservir directement la future Gare Saint-Denis Pleyel. Des nouvelles lignes de bus se rajoutent. Elles desservent la gare via la rue Pleyel, le nouveau franchissement urbain, la rue Poulbot et la nouvelle voie de retournement de la gare GPE.</td></tr>
<tr><td>Accessibilité des modes actifs (marche à pied, vélo)</td><td>Le projet prévoit l'aménagement de quatre abris Vélos, de 20 places chacun, au Sud-Est du parvis, sur la zone partagée le long de la nouvelle voie de retournement, en lien direct avec les consignes vélo.</td></tr>
</table>

17.2.2.13. Modes d'accès aux gares

La répartition du mode d'accès aux gares du projet a été déterminée lors d'une étude sur le stationnement menée par le maître d'ouvrage (Etude portant sur la création, la reconfiguration ou la reconstitution de parkings publics aux abords des gares du Grand Paris Express, en cours). Les parts modales pour chaque gare du projet sont données dans les tableaux ci-après.

Gare	Conducteur et passager d'une voiture garée	Déposé en voiture repartie	Bus	Marche et vélo
Noisy-Champs	10%	5%	33%	52%
Chelles	12%	7%	32%	49%
Clichy Montfermeil	13%	7%	28%	51%
Sevran-Livry	11%	6%	36%	47%
Sevran-Beaudottes	11%	6%	41%	43%
Aulnay	14%	7%	29%	50%
Le Blanc-Mesnil	8%	4%	39%	50%
Le Bourget RER	7%	4%	39%	51%
La Courneuve - Six Routes	6%	4%	32%	58%
Saint-Denis - Pleyel	7%	4%	38%	50%

Hypothèses de répartition modale pour l'accès à chaque gare du projet dans l'étude de stationnement. Source : Société du Grand Paris.

- **Saturation du réseau routier à proximité de la gare**

Les enjeux du projet vis-à-vis de la congestion à proximité des gares peuvent être évalués en croisant deux indicateurs : la saturation du réseau routier à proximité de la gare et la part modale d'accès en voiture à la gare.

Le tableau qui suit présente pour les gares du périmètre d'étude ces deux paramètres.

Gare	Saturation du réseau routier dans le périmètre de 500m autour de la gare en 2030 avec projet, à l'HPM		Part modale d'accès en voiture		Enjeu
	% du linéaire de voirie saturé à plus de 80%	Enjeu	Part modale	Enjeu	
Saint-Denis - Pleyel	26%	Fort	7%	Modéré	Fort
La Courneuve - Six Routes	27%	Fort	6%	Modéré	Fort
Le Bourget RER	48%	Très fort	7%	Modéré	Fort
Le Blanc-Mesnil	5%	Faible	8%	Modéré	Modéré
Aulnay	0%	Faible	14%	Fort	Modéré
Sevran-Beaudottes	50%	Très fort	11%	Fort	Très fort
Sevran-Livry	10%	Modéré	11%	Fort	Fort
Clichy Montfermeil	36%	Fort	13%	Fort	Très fort
Chelles-Gournay	18%	Modéré	12%	Fort	Fort
Noisy-Champs	13%	Modéré	10%	Modéré	Modéré

Classement des gares du projet en fonction de l'enjeu de congestion

Pour les gares de Sevran-Beaudottes et de Clichy-Montfermeil, la saturation avec projet, en 2030 à proximité de la gare est forte (50% et 36% du linéaire saturé à plus de 80%) et la part modale d'accès en voiture est importante (respectivement 11% et 13%). Sans mesure d'accompagnement, le trafic routier vers la gare augmentera ainsi que le niveau de congestion sur les voiries à proximité de ces gares.

17.2.2.14. Mesures d'optimisation à proximité des gares

L'ambition du Grand Paris Express est de réaliser, avec les partenaires que sont le STIF, les acteurs locaux et les opérateurs de transports, une intermodalité qui favorise tous les modes de déplacement : marche à pied, bus, tramway, vélos, Vélib', taxis, voitures particulières, deux roues motorisés, auto-partage (Autolib'), covoiturage, etc. et de mettre en œuvre des aménagements qui s'insèrent harmonieusement et judicieusement dans les environnements urbains. Ces projets sont conçus de manière à laisser une place importante à l'innovation dans le traitement de l'espace public et permettre l'émergence de nouveaux modes de déplacements.

Pour atteindre cet objectif, chaque pôle-gare fera l'objet d'une étude (dans un rayon de 800 mètres) et d'actions (dans un rayon de 300 mètres) qui devront être opérationnelles à la mise en service du Grand Paris Express. Les études sont financées par la Société du Grand Paris dans la limite de 100 000 euros et sont menées par un pilote (collectivité locale ou établissement public d'aménagement) en lien avec l'ensemble des partenaires concernés par le pôle et en premier lieu, le STIF et la Société du Grand Paris. Le pilote, désigné au cas par cas pour chaque gare, est l'acteur qui sera considéré comme le plus pertinent à l'échelle de chaque territoire pour conduire la démarche.

Les actions projetées dans le cadre de l'étude de pôle s'articuleront avec les aménagements déjà envisagés par la Société du Grand Paris aux abords immédiats des gares. Un programme d'investissements sera formalisé à l'issue de la démarche avec pour chaque action, un maître d'ouvrage désigné, un coût, un financement et un planning de réalisation des travaux.

Parallèlement, le STIF mène actuellement des études pour restructurer les réseaux de bus existants en lien avec l'arrivée des gares du Grand Paris Express. Ces études permettront de dégager les itinéraires et les positions de bus nécessaires à créer ou à reconstituer pour chaque pôle à l'horizon de mise en service du métro. Le Société du Grand Paris et les gestionnaires de voirie seront chargés de réaliser ces positions bus, qu'il s'agisse de points d'arrêt sur voirie et de création de pôles bus conformément à la répartition convenue des périmètres de maîtrise d'ouvrage.

Dans ce sens, les aménagements détaillés précédemment pourront être amenés à évoluer ou être complétés en fonction des conclusions des études mentionnées ci-dessus.

17.3. Synthèse des impacts et des mesures au niveau du projet

Le projet, de par les correspondances qu'il offre et les territoires qu'il dessert, est un maillon essentiel du projet de Grand Paris Express.

Le report modal induit par le projet est important : les déplacements qui débutent à l'intérieur du périmètre d'étude augmentent de 2,7% pour les transports publics tandis qu'ils diminuent de 0,6% pour la voiture entre le projet et la référence.

Le report modal induit par le projet est léger mais significatif : pour les déplacements qui débutent à l'intérieur du périmètre d'étude, la part modale des transports publics avec le projet augmente de 0,5 point de pourcentage tandis que celle de la voiture diminue de 0,5 point de pourcentage par rapport à la situation de référence, à l'horizon 2023.

Localement, la mise en service du métro permettra d'améliorer le maillage du réseau existant. Six des neuf gares du projet offriront une correspondance avec le RER, le Transilien, le Tramway ou le métro. Les gares du Grand Paris Express seront de véritables pôles multimodaux, où les correspondances entre modes seront faciles et efficaces, et où l'accès pour les piétons et les cyclistes, ainsi que pour les personnes à mobilité réduite, sera facilité.

Le réseau Grand Paris Express dans son ensemble aura, par ailleurs, un **impact positif en soulageant les axes radiaux de transports en commun**, principalement les lignes RER et du Transilien. Ces diminutions permettent de rétablir la régularité et de retrouver des normes de confort élevées.

Le projet Grand Paris Express aura également un **impact fort sur la modération de la circulation automobile** à l'échelle de la région Ile-de-France. Dans le périmètre d'étude de la Ligne 16, une diminution de 6 080 véhicules-kilomètres est attendue à la pointe du matin par rapport à l'horizon 2030, ce qui correspond à une diminution de 1,4% par rapport à la référence sans Grand Paris Express.

Le tableau suivant présente une synthèse des impacts et des mesures.

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Ensemble des lignes	/	Charroi des véhicules nécessaires aux chantiers. Déviations d'itinéraire et impact sur les voiries. Impact sur les transports en commun et les modes actifs.	Mesure de réduction : Planification des chantiers et de l'évacuation des déblais. Les itinéraires de déviations (véhicules, piétons et transport) et une information adéquate devraient permettre de réduire les impacts	/	/

Synthèse des impacts et mesures concernant la mobilité – phase chantier

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Ensemble des lignes	**Evolution des déplacements :** Apporter une offre supplémentaire pour un territoire où le réseau actuel ne correspond plus à la réalité des déplacements	Les territoires traversés par la ligne verront leur offre en transport augmenter et bénéficieront d'une liaison ferroviaire structurante nouvelle.	/	/	/
	Parts modales : Favoriser l'utilisation des transports en commun au détriment de la voiture particulière pour atteindre les objectifs de +20% de déplacements en transport en commun dans la région.	Augmentation de 0,5 point de la part modale des transports en commun pour les déplacements ayant comme origine le périmètre d'étude, par rapport à la référence 2023. Favorise l'utilisation des transports en commun et contribue à atteindre les objectifs de +20% de déplacements en transports en commun.	/	/	/
	Fréquentation des réseaux : Permettre de réduire la sollicitation du réseau routier et de réduire les nuisances liées à cette forte fréquentation (émission de polluants, consommation énergétique, bruit, perte de temps) grâce au report modal. Délester les tronçons du réseau ferré qui arrivent en limite de capacité sur les liaisons radiales.	*Réseau routier* : diminution de 6250 véhicules-kilomètres à la pointe du matin dans le périmètre d'étude, soit -1,5% par rapport à la référence 2023 *Réseau ferré* : réduction de la fréquentation et de la charge maximale sur les RER E et B Permet de réduire la sollicitation du réseau routier et de délester les tronçons du réseau ferré qui arrivent en limite de capacité.	/	/	/

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
	Desserte des gares Accessibilité routière bien assurée mais de nombreux axes supportent un trafic important proche de la saturation.	Saturation des voiries d'accès aux gares. Augmentation des besoins en stationnement aux abords de certaines gares du fait du rabattement en voiture particulière.	Dissuader le rabattement en voiture sur les gares présentant un enjeu fort, ou alors adapter la capacité de la voirie en conséquence. Favoriser l'intermodalité par les autres modes de transport en commun et les modes actifs Prévoir l'augmentation de l'offre de stationnement pour les gares à enjeu, en liaison avec le STIF et les gestionnaires de voiries	/	/

Synthèse des impacts et mesures concernant la mobilité – phase exploitation

18. Énergie et émissions de gaz à effet de serre

18.1. Energie

18.1.1. Rappel des enjeux

L'enjeu principal vis-à-vis des consommations énergétiques sera de parvenir à se libérer de la dépendance face aux énergies fossiles en réduisant les consommations et en se tournant vers les énergies renouvelables. Depuis le Grenelle de l'environnement, l'objectif est, au niveau national, de diminuer de 2% par an les consommations en énergie dès 2015 et de 2,5% par an dès 2030.

En améliorant la mobilité en Ile-de-France, le Grand Paris Express devrait permettre de réduire l'utilisation de la voiture particulière et ainsi de diminuer les consommations du trafic routier.

Dans le cadre d'une évaluation environnementale des projets d'infrastructures de transport, le Code de l'Environnement prévoit, à cet effet, la réalisation d'une « évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter ». Cette évaluation se focalise donc principalement sur les consommations énergétiques en phase de fonctionnement.

Les consommations induites en phase chantier, notamment pour l'acheminement des matériaux et l'évacuation des déblais, seront, en revanche, analysées en détails dans la partie traitant des émissions de gaz à effet de serre. L'impact indirect du projet sur la rénovation et la densification du bâti pourrait aussi permettre de réduire les consommations énergétiques des secteurs résidentiel et tertiaire. Cette thématique sera également détaillée dans la partie spécifique aux émissions de gaz à effet de serre.

L'analyse des impacts énergétiques du projet est abordée ci-dessous en deux volets : d'une part la phase de chantier et d'autre part la phase d'exploitation du projet.

18.1.2. Impacts et mesures en phase chantier

18.1.2.1. Impacts directs et indirects

En phase de construction, les consommations énergétiques directes concernent essentiellement l'énergie nécessaire pour les chantiers eux-mêmes (bases vie, engins de chantier, etc.) ainsi que l'énergie nécessaire à l'acheminement des matériaux et à l'évacuation des déblais.

Concernant l'acheminement des matériaux et l'évacuation des déblais, le chantier de la Ligne 16 devrait, en effet, engendrer l'évacuation d'environ 2 600 000 m³ ce qui correspond approximativement à 260 000 chargements (sur base d'une charge de 20 tonnes de terres de densité moyenne de 2 tonnes/m³). Dans le cas hypothétique où tous les déblais seraient évacués par la route et que les camions parcouraient 100 km pour chaque aller-retour, cela correspondrait à la consommation de 10 630 tep pour l'entièreté de la construction.

Cette consommation approximative sera néanmoins réduite grâce aux mesures d'accompagnement qui seront mises en place afin de réduire les distances parcourues et favoriser les modes de transports moins consommateurs que le mode routier (voir ci-dessous).

Concernant les chantiers eux-mêmes, une première approximation sur base d'une consommation moyenne du tunnelier de 20kWh/m³ et de 1 litre de gazole par m³ pour la manutention des terres en surface donne 10 900 tep consommées pour l'ensemble du chantier.

Plus en amont, la production des matériaux nécessaires à la construction peut également nécessiter des quantités très importantes d'énergie (notamment pour la production de béton). Cependant, comme mentionné précédemment, ces consommations « indirectes » seront abordées plus en détails dans l'analyse des impacts sur les émissions de gaz à effet de serre.

18.1.2.2. Mesures d'évitement et de réduction

Le principal poste de consommations énergétiques en phase chantier étant celui du transport de matériaux et d'évacuation des déblais, la principale mesure permettant de réduire la consommation sera la rationalisation et l'optimisation du transport.

Cette rationalisation et optimisation passera, tout d'abord, par la réduction des quantités de déblais à évacuer. Pour ce faire, il sera envisagé autant que possible la réutilisation des terres excavées à proximité du chantier (y compris pour le comblement de carrières).

Les distances parcourues par les camions seront également limitées au maximum en privilégiant les sites de stockage ou de traitement situés à proximité du chantier.

Le transport routier constitue actuellement le mode d'acheminement le plus courant vers les installations de traitement, de stockage ou vers les carrières en Ile-de-France. Depuis son apparition en 2007, le Grenelle de l'Environnement incite fortement à orienter les activités vers des politiques de gestion plus rationnelles pour la ressource en matériaux et vers le développement de transport alternatif à la route afin de limiter les impacts dus à l'émission de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre.

Dans ce sens, les transports fluviaux et ferroviaires seront privilégiés pour les distances importantes. Les travaux d'extension de la ligne 12 du métro vers Aubervilliers, ont montré la capacité à évacuer des déblais majoritairement par la voie fluviale et constitue un retour d'expérience intéressant. Ainsi, 75% des 530 000 tonnes de déblais générés par les travaux ont été acheminées vers leur exutoire par la voie d'eau.

La situation des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est d'ailleurs plutôt favorable à ce mode de transport de par sa proximité avec la Seine et le Canal Saint-Denis.

D'autre part, l'impact de l'acheminement des matériaux pourra être atténué par le choix de matériaux locaux (afin de diminuer les trajets liés à l'apport de la matière première) et peu émissifs (privilégier les certifications environnementales).

Bien que le chantier des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord induise des consommations non négligeables d'énergie, celles-ci-resteront limitées par rapport aux gains qui pourront être réalisés par la suite lors de l'exploitation de la ligne. En effet, comme exposé par la suite, le report modal de la voiture particulière vers les transports en commun induit par le projet permettra, en phase de fonctionnement, une diminution des consommations énergétiques en Ile-de-France qui devrait, non seulement, contrebalancer les impacts temporaires des chantiers sur les consommations énergétiques mais aussi, à moyen terme, permettre de réduire les consommations énergétiques en Ile-de-France. Il n'y aura donc pas d'impact résiduel et aucune mesure de compensation n'est donc envisagée

18.1.2.3. Mesures de suivi dans le temps

La principale mesure de suivi dans le temps qui sera mise en œuvre réside dans le suivi des chantiers. Le respect des actions prévues dans le planning initial conduira à une maîtrise des évènements et donc des consommations énergétiques associées.

18.1.3. Impacts et mesures en phase d'exploitation

En phase d'exploitation, les principales consommations énergétiques influencées par le projet sont liées au fonctionnement même du métro ainsi qu'au trafic routier :

- Les besoins nécessaires au fonctionnement du métro sont ceux de la traction, de l'électricité utilisée dans les gares (éclairage, panneaux d'informations…) et les centres de maintenance et de l'énergie utilisée pour chauffer certains de ces locaux.

- Les gains, quant à eux, proviennent essentiellement de la circulation routière. On distingue deux principaux effets : d'une part les gains liés à la réduction des distances parcourues sur le réseau routier au profit des transports en commun, et d'autre part, les gains de consommation réalisés grâce à une augmentation de la vitesse moyenne de circulation sur le réseau routier, due à une diminution de la congestion.

Les différentes consommations énergétiques sont exprimées en tonnes équivalent pétrole afin de pouvoir comparer les sources d'énergie.

18.1.3.1. Impacts directs

Besoins propres à l'infrastructure

Les besoins propres au fonctionnement du métro correspondent principalement à l'énergie de traction et à l'énergie utilisée dans les bâtiments (gares et les centres de maintenance). La répartition entre ces deux postes de consommations varie selon la structure du réseau : elle est de 65/35 pour le métro parisien, et de 85/15 pour les RER RATP.

Sur la base des consommations moyennes estimées du réseau de métro de la RATP et des consommations moyennes des bâtiments, il est possible d'évaluer de manière conservative la consommation future du Grand Paris Express à partir des rames.kilomètres parcourus (pour connaître le besoin énergétique de la traction), et des surfaces prévisionnelles des gares et des locaux techniques (afin de connaitre les besoins en chauffage et électricité).

Besoins énergétiques liés à la traction

La traction des rames est un poste particulièrement important de consommation énergétique des réseaux de métro. L'énergie de traction est généralement exprimée en kilowatts x heure (kWh) par rames x kilomètre. Celle-ci dépend principalement :

- de la taille des rames ;

- de la vitesse de pointe ;

- de la technologie de roulement (sur fer ou sur pneu), le fer offrant une résistance inférieure au déplacement ;

- de l'efficacité de récupération d'énergie des trains, et de la ligne : le matériel roulant récent permettant une récupération d'énergie de l'ordre de 40 % de l'énergie nécessaire (essentiellement lors du freinage) ;

- de la maîtrise des pertes en ligne, qui dépendent du niveau de tension du courant de traction ainsi que de la nature et de l'importance des sections conductrices ;

- des optimisations de fonctionnement réalisées par le système de conduite automatique.

Des facteurs de consommation moyens ont été retenus par la Société du Grand Paris : 2,2 kWh/rame.km pour le matériel roulant sur fer et 2,5 kWh/rame.km pour le matériel roulant sur pneu. La première valeur est prise en compte pour le projet. Le nombre de rames.km parcourus a été établi dans le cadre d'une étude d'exploitation.

Les résultats concernant les besoins énergétiques liés à la traction des rames de métro sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	Rames.km / an	Consommation annuelle (tep)
Projet (2023)	13 500 000	2 554
Réseau global (2030)	250 747 149	45 148

Caractéristiques et consommation énergétique de traction

Besoins énergétiques des bâtiments

Les besoins des bâtiments correspondent à l'électricité nécessaire à leur fonctionnement (éclairage, informatique, panneaux lumineux,…) et éventuellement au chauffage. La consommation énergétique dépend de nombreux facteurs, notamment de l'organisation et du volume des bâtiments, des matériaux de construction, de la qualité de l'isolation ou encore du type d'énergie utilisée.

Il est donc difficile, à ce stade d'évaluer la consommation exacte des gares. Cependant, il est possible d'évaluer une consommation moyenne sur base de données générales par comparaison avec la consommation de bâtiments similaires. En gardant une approche conservatrice, cette méthode permet d'évaluer globalement la consommation des bâtiments, tout en sachant que l'utilisation de méthodes actuelles et plus efficaces, notamment en termes d'isolation et d'éclairage, devrait permettre de réduire significativement cette consommation.

Ainsi, les besoins en électricité ont été calculés sur base des surfaces des gares futures grâce à un facteur de consommation de 167 kWh/m²/an. La consommation énergétique nécessaire pour le chauffage des bâtiments a été considérée comme négligeable car les gares du projet sont toutes souterraines et donc généralement non chauffées.

Les surfaces moyennes des gares ont été définies sur base d'une gare « type ». Sur la ligne étudiée, le nombre total de gares s'élève à 9.

Le tableau ci-dessous présente les résultats pour la ligne à l'étude. Ils correspondent donc à 9 gares toutes en souterrain. Aucun bâtiment technique n'est en effet répertorié sur la ligne à l'étude.

Consommation des gares du projet		
Consommation électricité	9 185 MWh	790 tep

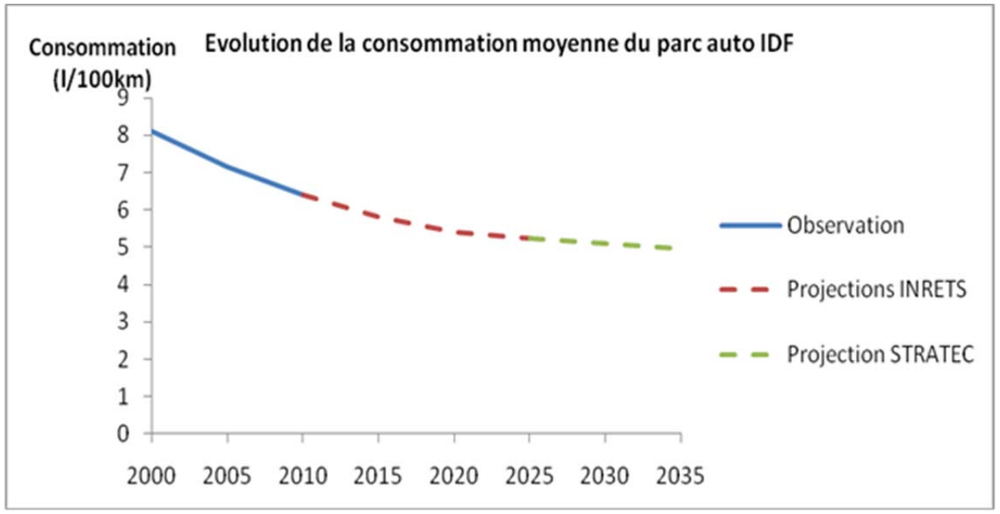
Consommation annuelle des gares du projet.

18.1.3.2. Impacts indirects : la circulation routière

Le report d'une partie des déplacements de la route vers les transports en commun induit une réduction des distances totales parcourues (véhicules.kilomètres) par les usagers et donc une réduction des consommations.

Pour calculer la consommation globale des véhicules, il est nécessaire de tenir compte des projections de la consommation moyenne du parc automobile.

Les courbes de consommation ont été obtenues sur base des consommations moyennes du parc automobile et des objectifs du Grenelle pour 2050. Selon ces objectifs, la consommation des VL devra, en effet, diminuer de 27% et 31% pour 2025 et 2035 par rapport à 2005. La courbe de consommation est représentée dans la figure ci-dessous :



Évolution de la consommation moyenne du parc auto en IDF

Il est noté, par ailleurs que la diminution du nombre de véhicules circulant sur la route permet de réduire la congestion et donc d'accélérer les vitesses moyennes. Or la consommation des véhicules dépend de leur vitesse moyenne de circulation et en Ile-de-France, la vitesse moyenne de circulation des véhicules est relativement basse et donc inférieure à la vitesse correspondant à l'optimum de consommation. Ainsi, une accélération globale sur le réseau permet un rapprochement de cet optimum, ce qui engendre une baisse de la consommation globale des véhicules en circulation.

Les résultats présentés ci-après concernent l'horizon de la mise en service des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, c'est-à-dire 2023. Pour évaluer le bilan de la Ligne à plus long terme (depuis 2023 jusque 2035), les mêmes calculs ont été réalisés pour chaque année en tenant compte de la diminution des consommations des véhicules routiers. Ces résultats ont été intégrés dans le bilan 2020-2035 de la ligne mais, par souci de clarté, les chiffres annuels ne sont pas détaillés dans ce rapport.

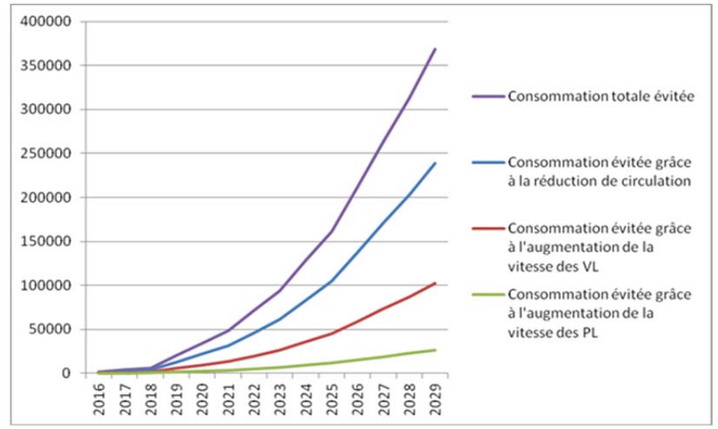
	Impacts annuels du projet à l'horizon 2023
Gains sur la diminution des véh.km parcourus (tep)	- 14 176
Gains sur l'augmentation de la vitesse des véhicules particuliers (tep)	- 6 075
Gains sur l'augmentation de la vitesse des poids lourds (tep)	- 1 575
Total (tep)	-21 826

Résultats des gains énergétiques liés aux consommations du trafic routier et engendrés annuellement par le projet à l'horizon 2023 en tep

Les résultats montrent que l'impact du projet sur les consommations du trafic routier est de plus de 20 000 tep économisés annuellement. La diminution des distances parcourue est responsable de 65% de ce total tandis que la légère augmentation de la vitesse de circulation des véhicules particuliers est responsable de 28% de ce total et celle des poids lourds de 7%.

La figure ci-dessous représente les consommations évitées cumulées au cours du temps. Les calculs pour chaque année ont été réalisés en considérant le phasage du projet et la mise en service chronologique des différentes lignes ou différents tronçons de ligne.

Les gains totaux liés à l'amélioration des conditions de circulation sont de 368 394,2 tep à l'horizon 2030 dans le cas du scénario central.

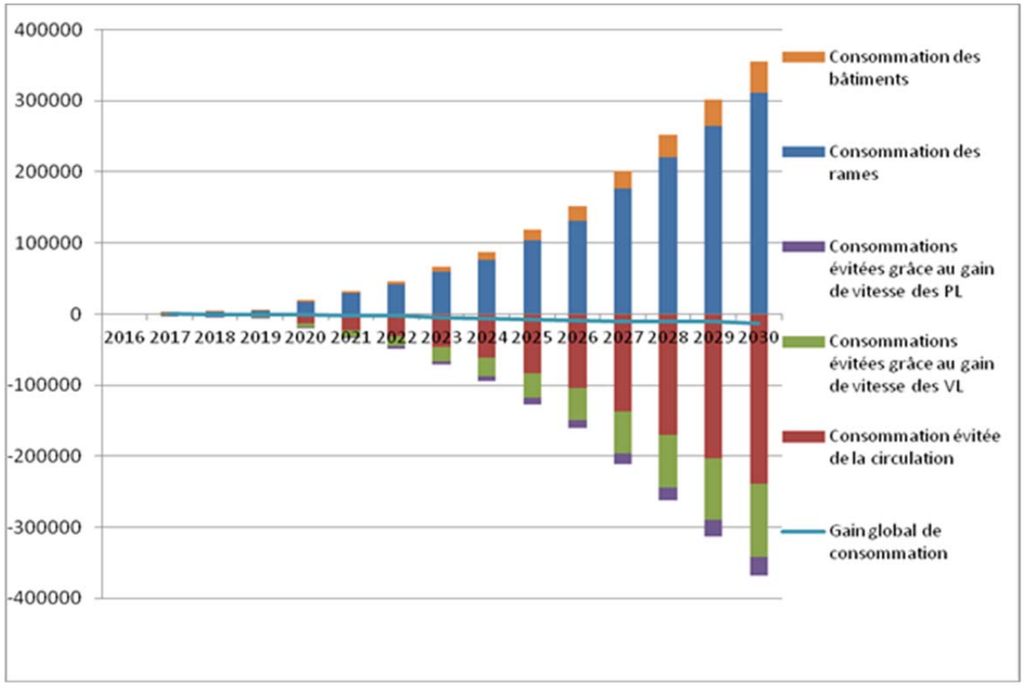


Évolution de la consommation énergétique (tep) cumulée évitée par la route, avec le scénario central.

18.1.3.3. Synthèse

L'énergie nécessaire à la traction du métro (5 200 tep) et aux fonctionnements des gares (2 350 tep) est donc largement compensée par l'énergie en moins consommée par le trafic routier (-25 300 tep en 2020).

Le cumul des différentes consommations énergétiques depuis la mise en service des premiers tronçons du Grand Paris Express jusqu'à l'horizon 2030 est représentée sur la figure suivante. La figure révèle que le projet global est bénéfique d'un point de vue énergétique dès la mise en service des premières lignes. Les gains sont d'autant plus grands que l'on considère un horizon lointain.



Consommations énergétiques cumulées (en tep) par poste d'après les hypothèses centrales

Néanmoins les gains énergétiques sont relativement faibles par rapport aux consommations globales. Les résultats obtenus à l'horizon 2030 pour l'ensemble du réseau du Grand Paris, y compris le projet, sont présentés dans le tableau suivant :

Tep (annuel)	Traction	Consommation des Bâtiments	Consommations évitées liées à la circulation	Total
Réseau global (horizon 2030)	311 752	43 111	- 368 395	- 13 534

Bilan des postes énergétiques depuis la mise en service des premiers tronçons et l'horizon en 2030, en tep

La consommation cumulée de l'ensemble du Grand Paris Express à l'horizon 2030 est donc de 354 861 tep pour une économie liée à la circulation de 368 395 tep, soit un gain global de 13 534 tep.

18.1.3.4. Mesures de réduction, mesures d'évitement, effets résiduels, mesures de compensation aux effets résiduels

Les effets du projet sur la consommation énergétique globale sont positifs. Il n'y a donc pas lieu de mettre en place de mesures visant à atténuer ou supprimer des impacts négatifs du projet.

18.1.3.5. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation en phase d'exploitation

L'analyse des impacts du projet montre que l'infrastructure aura un effet globalement positif sur les consommations énergétiques en Ile-de-France. Il n'y a donc pas lieu d'éviter de réduire ou de compenser les impacts du projet mais plutôt d'optimiser le projet de manière à maximiser ses effets positifs.

Des mesures d'optimisation du projet seront donc mises en place afin de réduire au maximum les consommations de l'infrastructure et de maximiser les gains liés au report modal.

En ce qui concerne la consommation de l'infrastructure, des choix stratégiques seront faits afin de réduire les besoins énergétiques du métro. La traction du métro représentant la majeure partie des consommations énergétiques de l'infrastructure, elle constitue un poste stratégique sur lequel une attention particulière sera portée. Il sera notamment envisagé d'utiliser un système de récupération de l'énergie cinétique au freinage. L'énergie cinétique dissipée lors des freinages représente, en effet, approximativement 40 % de la consommation énergétique. Les constructeurs ont donc mis en place des dispositifs de stockage d'énergie permettant de renvoyer celle-ci en ligne afin qu'elle soit utilisée par un autre train demandeur d'énergie. Ce système est d'autant plus efficace si le métro est automatique. En effet, l'optimisation des profils de vitesse et des tables horaires d'exploitation engendrent une utilisation optimum de l'énergie cinétique des véhicules. Or l'énergie cinétique dissipée des trains des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est élevée, de par les fréquences et les capacités conséquentes des métros du Grand Paris Express d'où un potentiel d'action efficace. A Turin, Siemens a évalué à 33 % (projet VAL, Turin) l'économie d'énergie effectuée lors de l'automatisation du métro22.

Bien que moins importante, la consommation des gares sera également limitée au maximum. En termes de conception des bâtiments, le critère énergétique a été pris en compte dans la conception et l'isolation des bâtiments. L'utilisation de luminaires LED qui consomment moins d'électricité est également privilégiée tandis que les bâtiments voyageurs auront, dans la mesure du possible, de grandes baies vitrées, de larges ouvertures ou des verrières pour maximiser l'apport de lumière naturelle.

L'ensemble de ces mesures concernant à la fois l'amélioration du report modal et l'optimisation des consommations énergétiques liées au fonctionnement du métro devraient permettre d'augmenter sensiblement la différence entre les consommations nécessaires au métro et les gains liés au trafic routier et d'accentuer ainsi le bilan en faveur du projet.

18.1.3.6. Mesures de suivi dans le temps

Les performances énergétiques du projet pourront être suivies dans le temps via la mesure des consommations induites par le matériel roulant et les bâtiments. Ces mesures seront échelonnées dans le temps et confrontées d'une part aux estimations émises précédemment et d'autre part aux gains estimés liés au trafic routier. Ceci permettra d'apprécier l'impact énergétique global du projet.

La mise en place d'indicateurs liés au suivi de ces grandeurs constituera un moyen pertinent pour évaluer les performances énergétiques du projet. De tels indicateurs représenteront autant d'outils permettant un suivi efficace des consommations réelles et estimées, ainsi qu'une base de réflexion solide dans le but de mettre en œuvre de potentielles mesures de réduction des consommations.

18.2. Émissions des gaz à effet de serre

18.2.1. Rappel des enjeux

Le projet de réseau de transport du Grand Paris Express s'inscrit intégralement dans la ligne politique énergétique suivie par la France depuis 2002, qui s'est alors engagée à diviser par 4 ses émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (facteur 4). Cet engagement est traduit dans la loi de programme n°2005-781, qui vise à diminuer de 3% par an en moyenne les émissions de gaz à effet de serre de la France, et dans le Grenelle de l'environnement. Ces engagements sont traduits pour l'Ile-de-France au sein du schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) adopté fin 2012.

18.2.1.1. Émissions de GES et facteur 4

L'évolution récente des émissions de gaz à effet de serre révèle que des scénarios plus réalistes débouchent plutôt vers une réduction des émissions d'un facteur 2 ou 2,5. Il n'y a cependant pas lieu de s'écarter du scénario du facteur 4 dans le cadre de la présente étude d'impact. Ainsi, les tendances futures des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre apparaissent implicitement ci-après.

Les politiques à mettre en place pour atteindre ces objectifs de réduction des consommations énergétiques et d'émissions de gaz à effet de serre seront nécessairement adaptées aux évolutions futures notamment en termes de prix des carburants et d'évolution des techniques de production d'énergie renouvelable. Ainsi, il est difficile, à ce stade, de différencier l'effort qui devra être réalisé les différents secteurs. Cependant, le SRCAE définit trois grandes priorités régionales dans la lutte contre les émissions de gaz à effets de serre qui permettent d'identifier les secteurs les plus susceptibles d'être sollicités. Ces priorités sont rappelées ci-après :

- Le renforcement de l'efficacité énergétique des bâtiments avec un objectif de doublement du rythme des réhabilitations dans le tertiaire et de triplement dans le résidentiel ;
- Le développement du chauffage urbain alimenté par des énergies renouvelables et de récupération, avec un objectif d'augmentation de 40 % du nombre d'équivalent logements raccordés d'ici 2020 ;
- La réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre du trafic routier, combinée à une forte baisse des émissions de polluants atmosphériques (particules fines, dioxyde d'azote) ;

L'analyse des impacts du projet et du programme du Grand Paris Express présentée au point 2.10.2 du rapport D12 révèle, par ailleurs, que le Grand Paris Express permettra de réduire sensiblement les émissions de gaz à effets et les consommations énergétiques en Ile-de-France, principalement grâce à une réduction du trafic routier et à une densification et une modernisation du parc résidentiel.

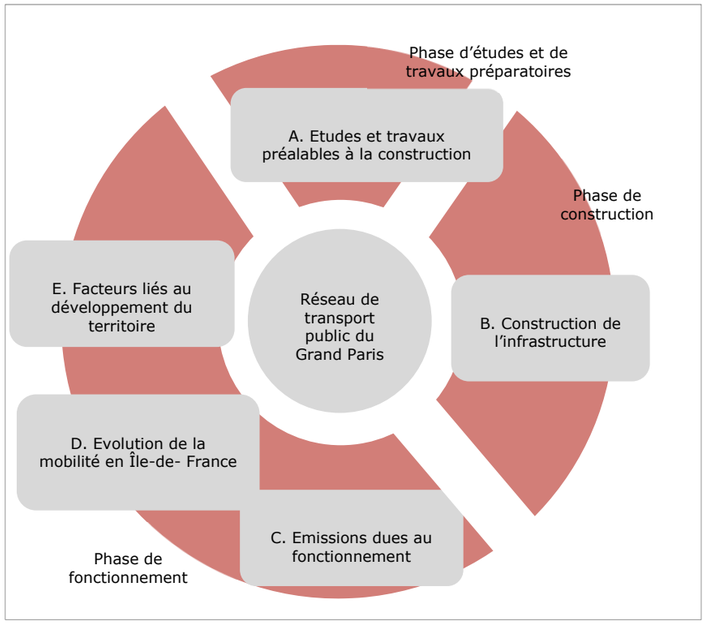
Les impacts du projet s'inscrivent ainsi dans la logique du SRCAE et illustrent la contribution du projet à la réalisation des objectifs fixés.

18.2.2. Méthodologie

L'objet de ce chapitre est d'évaluer l'impact du projet sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) et les changements climatiques qu'ils induisent. La méthodologie de calcul a fait l'objet d'un long développement spécifique afin de tenir compte de l'ensemble des impacts qu'une infrastructure de l'envergure de celle du Grand Paris Express peut causer. La méthodologie est synthétisée brièvement ci-dessous.

Afin d'étudier les émissions de GES, le projet est divisé en cinq grandes thématiques qui représentent les phases du projet. Les émissions correspondant aux activités induites par ces différentes phases sont calculées en multipliant les données relatives aux activités concernées par des facteurs d'émissions afin de les traduire en émissions de GES exprimées en tonnes équivalent CO_2.

Les facteurs d'émissions sont issus de différentes sources internationales, telles que le Guide des facteurs d'émissions V6.1, ADEME 2010, et du rapport Guidelines to Defra/DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting, Defra & DECC, 2011. Certains facteurs d'émissions ont également été calculés ou adaptés pour correspondre le mieux possible à la situation réelle de l'Ile-de-France.



Principales catégories de postes d'émissions en fonction des différentes phases de réalisation du projet

Les enjeux du projet vis-à-vis des émissions de gaz à effet de serre sont multiples et concernent tant la phase de construction que la phase d'exploitation de l'infrastructure.

Tout comme pour l'approche au niveau global, la méthodologie utilisée pour réaliser la quantification des émissions de GES liées à la construction des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord s'appuie sur l'utilisation du calculateur CarbOptimum®.

La plupart des informations nécessaires à la quantification des émissions liées à la construction se trouvent dans les rendus produits pour le projet lors des études de faisabilité.

Les caractéristiques du projet sont les suivantes :

- La longueur de voie à réaliser est d'environ 29 km. Les parties courantes sont réalisées au tunnelier et sont de type monotube. ;
- Les 9 gares du tracé;
- Matériel roulant : il s'agit de rames composées de 3 voitures d'environ 18 m de long chacune, pour une capacité totale de 1 000 voyageurs, avec une vitesse commerciale de 65 km/h et une vitesse maximale de 120 km/h. Le nombre de rames affectées à cette partie de la ligne a été calculé à partir de la charge dimensionnante (nombre de voyageurs par heure en heure de pointe), de l'intervalle entre les trains en heure de pointe et de la vitesse commerciale souhaitée.

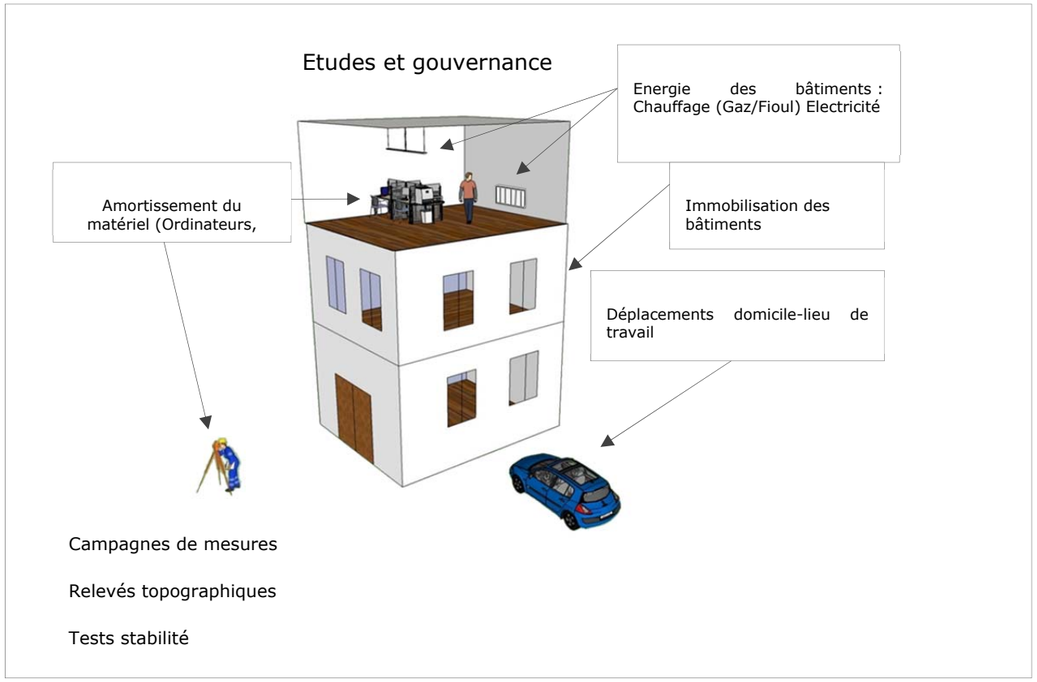
18.2.3. Impacts et mesures en phase chantier

En phase chantier, l'enjeu principal se situera dans les méthodes de constructions et les types de matériaux utilisés : il s'agira de choisir les techniques les moins émissives possibles et de réduire les émissions liées à l'acheminement des matériaux et à l'évacuation des déblais.

18.2.3.1. Impacts directs et indirects

Etudes et travaux préalables à la construction

La réalisation de projets majeurs d'infrastructures de transport requiert de nombreuses concertations, études et travaux préparatoires. Citons notamment les études d'intérêt socio-économiques, les études d'incidences environnementales, les débats et enquêtes publics, les études géotechniques, les études de génie civil, etc. L'initiation et le suivi du projet nécessitent également un important travail de gouvernance.



Représentation des postes d'émissions lors de la phase d'études et de travaux préalables.
Source : Stratec.

Sur base des estimations des budgets alloués aux différentes études et à la gouvernance, les émissions correspondant aux études de la ligne à l'étude ont été évaluées à 24 800 téq CO_2. Pour l'entièreté du Grand Paris ces émissions ont été évaluées à 146 600 téq CO_2.

Construction de l'infrastructure

Comme défini plus en détails dans le rapport méthodologique spécifique, la quantification des émissions de GES de la construction prend en compte :

- Les émissions de GES liées à l'énergie consommée par les différents outils mis en œuvre pour le creusement des tunnels, l'évacuation des déblais et la mise en place des remblais ;
- Les émissions de GES dues à la fabrication des matériaux consommés pour les différents ouvrages construits : les bétons et les ciments en part prépondérante, mais également les métaux, la chaux et les autres matériaux (ou ensemble de matériaux) tels que les ponts routiers ou ferroviaires ;
- Les émissions de GES dues aux transports des personnes travaillant sur les chantiers ainsi que celles liées au fret des matériaux consommés et des déblais ;
- Les émissions de GES liées au changement d'usage des sols.

■ **Section souterraine**

Les diverses données disponibles au stade des études concernent :

- le tunnel ;
- les entonnements ;
- les puits.

Tunnels

Selon les données rentrées et celles présentes par défaut dans l'outil, l'estimation des émissions de gaz à effet de serre pour l'ensemble du tronçon 1 est la suivante :

Énergie	Creusement	3 380
	Manutention des déblais	3 540
Matériaux	Voussoirs	259 200
	Mortiers	84 500
	Radier	109 900
Transport	Déblais	30 540
	Voussoirs	20 460
	Mortiers	1 574
	Béton du radier	3 630
TOTAL (arrondi) (t éq. CO_2)		**517 180**

Émission des GES (en t éq. CO_2) (source : MOE Infrastructure – CarbOptimum® (décembre 2015)

Les résultats des émissions de GES pour les tunnels s'élèvent à environ 517 180 t éq. CO_2 pour l'ensemble du projet soit 17 800 t éq. CO_2/km. Ces résultats sont visibles sur le graphique ci-après.

■ Tranchées couvertes

Dans la partie « tranchées couvertes », il a été choisi de prendre en compte les ouvrages annexes : les entonnements et les débranchements, ainsi que les puits.

Dans l'outil CarbOptimum®, les différents types correspondront aux éléments suivants :

- Type 1 : puits de la ligne 16,
- Type 2 : puits de la ligne 17,
- Type 3 : ensemble des entonnements/débranchement présenté ci-dessus.

Concernant les puits, les données de paramétrage général ne correspondent pas au type d'ouvrage. Il n'est donc pas possible de les remplir dans l'outil. Elles n'ont donc pas été prises en compte dans le calcul.

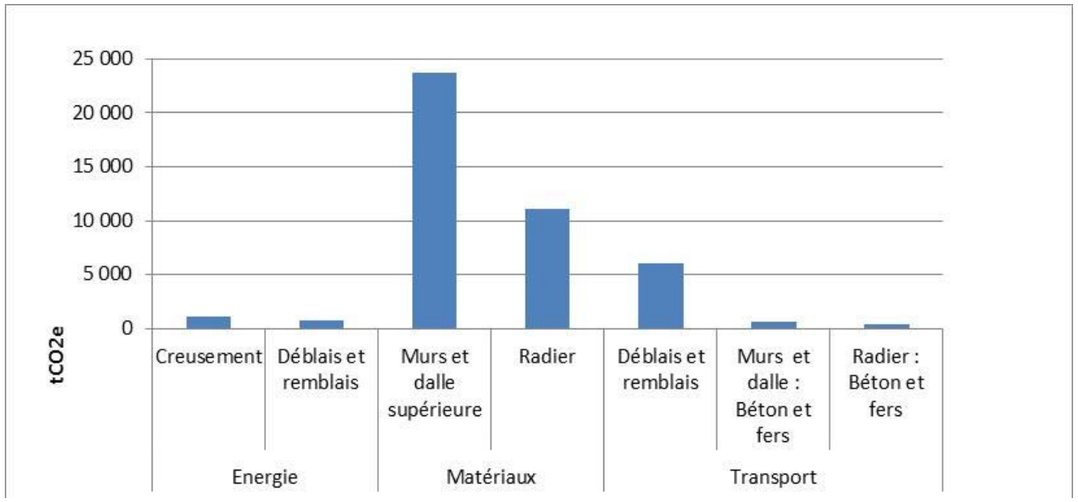
Les données présentées ci-après correspondent aux valeurs de chaque entonnement/débranchement ainsi que la tranchée couverte du raccordement de la ligne 16 au site de maintenance.

Énergie	Creusement	1 070
	Déblais et remblais	1042
Matériaux	Murs et dalle supérieure	23 700
	Radier	11 100
Transport	Déblais et remblais	8440
	Murs et dalle : béton et fers	674
	Radier : béton et fers	368
TOTAL (t éq. CO_2)		46 450

Émission des GES (en t éq. CO_2) - ouvrages annexes (entonnements/débranchement et puits) – (source : MOE Infrastructure – CarbOptimum® (décembre 2015)

Ainsi, au stade de l'AVPb, pour les ouvrages annexes (définis dans les tranchées couvertes), les estimations des émissions des GES s'élèvent à 46 450 t éq. CO_2 pour l'ensemble du tronçon soit 1600 t éq. CO_2/km.

Au regard du graphique ci-après, le poste le plus important est celui concernant les matériaux, comme pour le tunnel par tunnelier. Ce poste représente 80% de l'ensemble des émissions, soit 34 800 t éq. CO_2, dont 23 700 t éq. CO_2 émis par la fabrication des murs et de la dalle supérieure des ouvrages annexes. Le poste du transport des déblais et remblais est également à considérer (8440 t éq. CO_2) car il représente le 3ème plus gros sous-poste après celui des matériaux des murs et de la dalle supérieure ainsi que du radier.



Emissions pour les ouvrages annexes (puits, entonnements/débranchement) et pour la tranchée couverte du raccordement au SMI/SMR

Quais de surface, bâtiments et voiries

Dans cette partie, l'ensemble des gares présentes sur le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord concernées a été pris en compte.

Comme pour la partie sur la section souterraine (tunnel et tranchées couvertes), l'ensemble des données disponibles au stade de l'AVPb a été intégré dans l'outil CarbOptimum®.

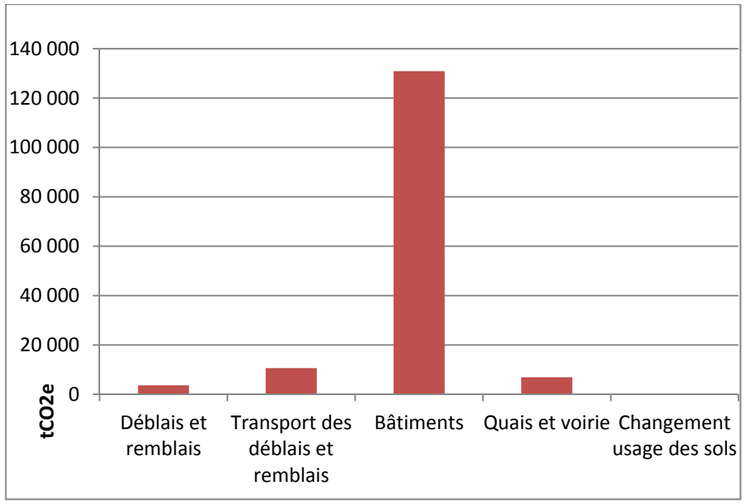
L'estimation des émissions de gaz à effet de serre pour l'ensemble des gares est la suivante :

Déblais et remblais	3650
Transport des déblais et remblais	10630
Bâtiments	130900
Quais et voirie	6890
Changement et usage des sols	266
TOTAL (arrondi) (t éq. CO_2)	152300

Émission des GES en tonne équivalent carbone - quais de surface, bâtiments et voirie– Source : MOE Infrastructure – CarbOptimum® (décembre 2015)

Ainsi, pour l'ensemble des gares, les estimations des émissions des GES s'élèvent à 153 300 t éq. CO_2 soit environ 17 000 t éq. CO_2 par gare.

Le graphique ci-après indique que c'est le poste lié au matériau utilisé pour la construction des bâtiments qui est le plus important (130 900 t éq. CO_2). En effet, il représente 85% de l'ensemble des émissions de GES pour la thématique des gares.



Emissions pour les quais de surface, bâtiments et voirie

Synthèse

Le traitement des informations collectées a permis de quantifier les émissions de GES liées à la construction pour chacune des parties de la ligne. Les valeurs sont présentées dans le tableau qui suit.

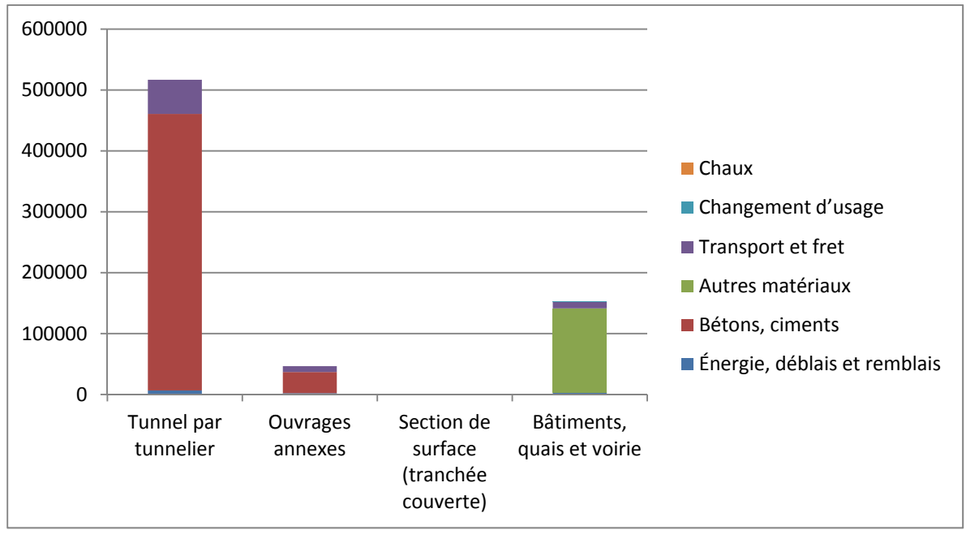
Emissions globales (téq CO_2)	715 930
Emissions par km (téq CO_2/km)	23 600

Emissions globales et par km de voie liées à la construction.

Le tableau suivant reprend, pour la phase construction, les émissions de gaz à effet de serre pour chaque poste considéré dans l'outil CarbOptimum® :

	Tunnel par tunnelier	**Ouvrages annexes**	**Section de surface (tranchée couverte)**	**Bâtiments, quais et voirie**	**Ensemble du tronçon**
Énergie, déblais et remblais	6690	2119	114	3650	12573
Bétons, ciments	454000	34800	0	0	488800
Chaux	0	0	161	0	161
Autres matériaux	0	0	0	137700	137700
Transport et fret	56200	9480	216	10630	76526
Changement d'usage	0	0	0	266	266
TOTAL (arrondi) (t éq. CO_2)	516890	46399	491	152246	716026

Émission des GES (en t éq. CO_2) par thématique et par poste – Source : MOE Infrastructure – CarbOptimum® (décembre 2015)



Émission de GES (en t éq. CO_2) par thématique et par poste - CarbOptimum® – MOE Infrastructure (décembre 2015)

Au regard des résultats, la thématique la plus importante en termes des émissions de GES est celle du tunnel par tunnelier (516 000 t éq. CO_2, soit 72% de l'ensemble du total des émissions). La seconde thématique la plus importante en termes d'émission GES est celle liée aux gares, avec 152 000 t éq. CO_2, soit 21 % de l'ensemble du total des émissions.

Le poste le plus important en termes d'émission de GES correspond aux matériaux avec le béton et les ciments (488 800 t éq. CO_2, soit 62 % de l'ensemble du total des émissions) et les autres matériaux (137 700t éq. CO_2, représentant 19 % de l'ensemble) utilisés pour les gares.

Comme décrit au paragraphe « Limites de l'analyse », le flux prépondérant reste les émissions de GES engendrées par la production du béton et/ou du ciment. En effet, les quantités de ces matériaux qui sont mises en œuvre sont très importante et cet effet masse se combine avec un procédé de fabrication très émetteur de GES pour le béton et le ciment.

18.2.3.2. Mesures

Mesures de réduction et d'évitement

- **Importance des choix techniques**

Lors de la construction (et en amont lors des études de faisabilité et de la maitrise d'ouvrage), les choix techniques des processus de construction et des matériaux sont cruciaux. En effet, la phase de construction est un poste d'émissions très important du projet.

Ces choix techniques constituent donc des leviers permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre du projet. En ce qui concerne le creusement par tunnelier, la qualité des voussoirs et les caractéristiques du radier influencent notamment les émissions de GES.

Tout au long de la conception du projet, les choix techniques évoqués précédemment seront donc réalisés de manière éclairée du point de vue des émissions de gaz à effet de serre.

Pour évaluer leur degré d'influence sur le bilan de GES, il a été réalisé des tests de sensibilité sur le tracé de référence de la ligne en faisant varier :

- La qualité des voussoirs : épaisseur, type de béton, quantité de ferraillage
- Les caractéristiques du radier : largeur, type de béton, quantité de ferraillage
- A titre de comparaison, il a été laissé dans les graphiques qui suivent les émissions du tracé de référence telles qu'elles sont calculées pour le présent rapport.

- **Mesures de suivi dans le temps**

Tout au long de la conception du projet, les choix techniques évoqués précédemment seront donc réalisés de manière éclairée du point de vue des émissions de gaz à effet de serre. L'outil CarbOptimum® développé notamment à cet effet, sera utilisé afin d'évaluer les impacts de ces choix sur les émissions de gaz à effet de serre, et incarnera un outil pertinent afin de réaliser un suivi dans le temps.

18.2.4. Impacts et mesures en phase d'exploitation

Lors des choix de conception du métro est des gares, l'enjeu sera également de favoriser un matériel roulant et des bâtiments durables et économes afin de limiter les émissions de gaz à effets de serre en phase d'exploitation.

A proximité des gares, il s'agira de mettre en place des mesures visant à assurer une urbanisation durable en densifiant le bâti.

Enfin en termes de mobilité, les enjeux sont également nombreux et consistent principalement à favoriser le report modal de la voiture particulière particulièrement défavorable du point de vue des émissions de gaz à effet de serre au profit des transports en commun largement plus économes.

18.2.4.1. Impacts

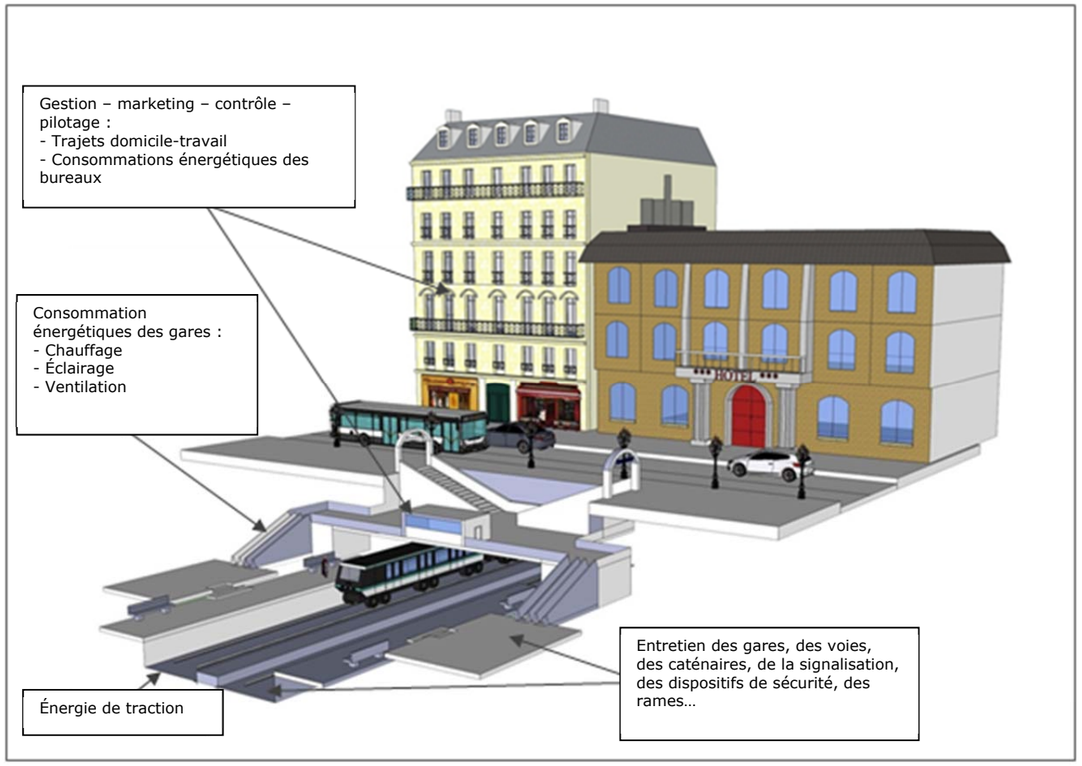
De nombreux flux de carbone sont liés au fonctionnement des infrastructures de transport. Il s'agit principalement de la consommation d'énergie et de tous les intrants liés au fonctionnement des trains et des gares :

- L'énergie de traction, nécessaire au mouvement des trains : les rames de transport de voyageurs sont mues en recourant à l'électricité. Les différentes fonctions à bord sont assurées par cette même énergie, parfois transformée (air comprimé pour le freinage, chaleur ou froid pour le confort thermique, etc.).
- La consommation en énergie des gares (éclairage, chauffage, ventilation, etc.) ; les bâtiments d'accueil du public, de gestion et techniques (atelier de maintenance…) consomment également de l'électricité et éventuellement des combustibles.

- Les émissions induites par toutes les activités de gestion, de marketing, de contrôle, de pilotage, etc. Ces émissions concernent la plupart des postes mentionnés dans les études préalables à la construction de l'infrastructure, c'est-à-dire : les trajets domicile-travail des employés, les consommations énergétiques des bureaux, l'amortissement du matériel et de l'immobilier ; le personnel travaillant au fonctionnement de l'infrastructure (agents de conduite, agents de maintenance, régulateurs…) induisent des déplacements quotidiens pour se rendre à leur travail et en repartir.

- Les émissions liées à l'entretien et renouvellement de l'infrastructure :

  L'infrastructure ferroviaire, les bâtiments et le matériel roulant demandent un entretien continu tout au long de leur durée de vie avec des consommations de pièces détachées, de produits d'entretien, etc. Des opérations plus lourdes de rénovation ou de renouvellement sont parfois aussi nécessaires.



Représentation des postes d'émissions de l'infrastructure en fonctionnement. Source : Stratec

Émissions liées à l'énergie nécessaire à la traction

Ces émissions se basent sur la consommation énergétique du métro, qui est calculée en fonction du nombre de voyageurs.kilomètre (voir la partie Energie pour plus d'informations), et qui est ici convertie par le facteur d'émissions de l'énergie électrique.

Les émissions liées à l'énergie de traction du projet s'élèvent à 2 164 teq CO_2 à l'horizon 2023.

Émissions liées à l'énergie nécessaire aux bâtiments

Les émissions de GES liées à la consommation énergétique des gares, et des bâtiments techniques (maintenance) sont issues des estimations de consommations d'énergie moyennes de ces bâtiments, comme dans la partie relative à l'énergie.

Les émissions de CO_2 de l'utilisation des bâtiments sont de 2 600 teq CO_2 en 2023.

Émissions liées à l'entretien, le renouvellement, la gestion

Les émissions du projet liées à l'entretien, le renouvellement ont été évaluées sur base des budgets prévisionnels pour de ces activités. Elles s'élèvent à 7 215 teq CO_2 à l'horizon 2023.

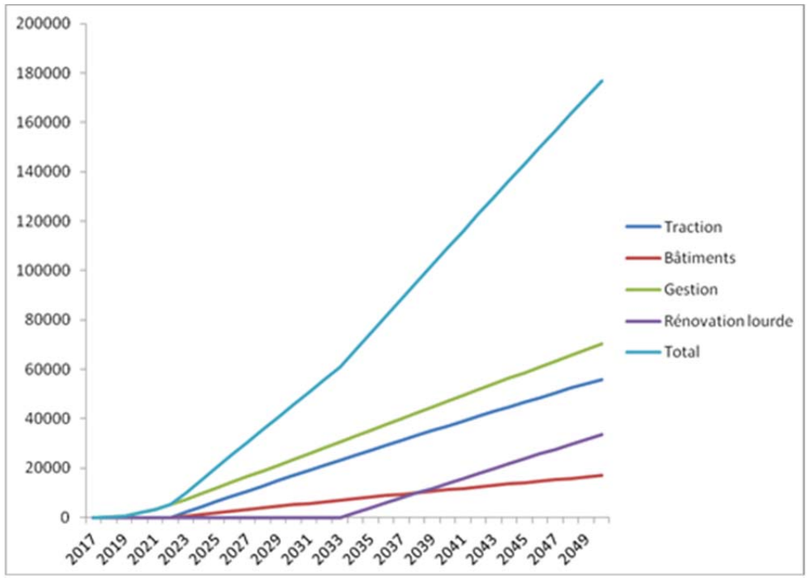
Émissions liées au renouvellement du matériel et aux opérations lourdes de rénovation

Une infrastructure de transport telle que celle du projet aura une durée de vie très longue que l'on peut considérer comme égale ou supérieure à 100 ans. Cependant, pour maintenir l'infrastructure dans un état optimal de fonctionnement, un renouvellement de certains équipements ferroviaires (rails, caténaires…) et des opérations de rénovations des bâtiments (gares, locaux techniques…) devront être réalisés. Les émissions liées à ces opérations ont donc été prises en compte en considérant une durée de vie moyenne des matériaux concernés de 45 ans. Les émissions associées ont ainsi été réparties uniformément au cours du temps à partir de 10 ans après la mise en service des différents tronçons. Ainsi, les émissions de rénovation pour la Ligne ont été évaluées à 1 974 teq CO_2 par an à partir de 2033.

Résultats globaux liées au fonctionnement de l'infrastructure

Le graphe suivant regroupe l'ensemble des émissions cumulées liées au fonctionnement de l'infrastructure : les émissions dues à l'énergie nécessaire à la traction du métro, à l'énergie des bâtiments, aux activités de gestion et à l'entretien.

Les résultats montrent que la gestion du projet est le premier poste responsable des émissions de GES (40%), devant la traction (31%), la rénovation lourde (19%) et le fonctionnement des bâtiments (10%). La part importante de la gestion peut surprendre mais englobe un périmètre d'étude large incluant les déplacements domicile-travail des employés, les activités de marketing, de pilotage, etc.



Emissions (téq CO_2) cumulées par poste de fonctionnement pour le projet.

Réduction d'émissions liée au report modal de la voiture vers les transports publics

De par sa nature, le projet vise à améliorer la mobilité en Ile-de-France et à induire un report modal de la route vers les transports en commun. Ce report modal permettra une réduction de l'utilisation de la voiture particulière et donc des émissions qui en découlent.

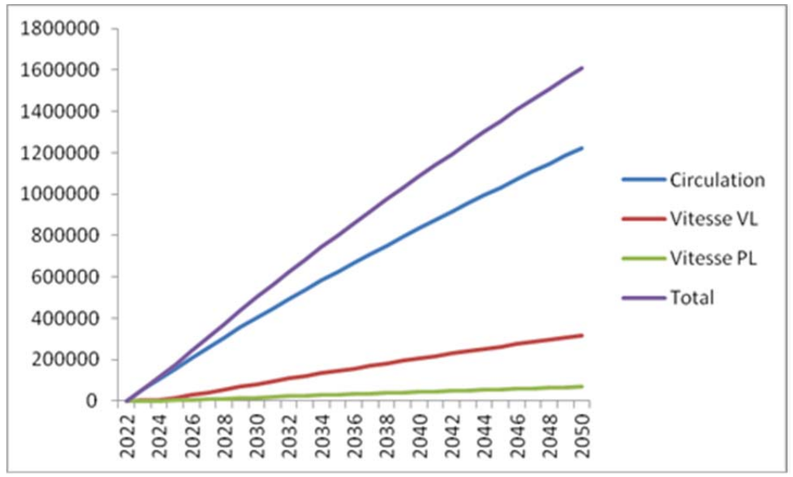
Comme lors de l'estimation des gains énergétiques, on distingue 2 effets principaux du projet de métro sur le trafic routier et sur les émissions de CO_2 :

- Une diminution des distances parcourues correspondant à une réduction des émissions de gaz à effet de serre dues à la consommation de carburant et à l'usure des véhicules ;

- Une augmentation de la vitesse moyenne des véhicules (légers et poids lourds) sur le réseau qui induit généralement une diminution des consommations (excepté sur les axes rapides et non saturés où l'augmentation peut être à l'origine d'émissions supplémentaires).

L'impact sur les distances parcourues a été évalué sur la base des résultats du modèle utilisé. Ce même modèle a également permis de déduire les vitesses moyennes de parcours sur les différents axes du réseau et d'estimer, grâce au modèle COPERT IV, les consommations moyennes en situation de référence et en situation de projet en tenant compte des effets de congestion.

La figure ci-dessous représente les émissions évitées cumulées grâce à la mise en service du projet au cours du temps. Ils mettent en évidence la distinction entre les émissions liées aux distances parcourues et les émissions liées aux vitesses des véhicules.



Cumul des émissions évitées (téq CO_2) liées au trafic routier, hypothèses centrales.

Impact sur le développement territorial

L'Evaluation Stratégique Environnementale et l'étude méthodologique d'élaboration du CarbOptimum® ont permis de souligner que la mise en œuvre du Grand Paris Express et des mesures adaptées est susceptible de créer des gains d'émissions de CO_2 non négligeables qui se traduiraient sous les formes suivantes :

- au niveau de la forme urbaine du bâti, en lien avec la densification du résidentiel et du tertiaire qui induit, notamment, des besoins en infrastructures de desserte (VRD) et une consommation moindre d'espaces vierges ;

- au niveau des performances énergétiques du bâtiment : l'urbanisation liée au projet est l'occasion d'entraîner un mouvement important de rénovations et de démolitions/reconstructions. Le renouvellement du parc bâti donne lieu à des bâtiments énergétiquement plus performants ;

- au niveau des effets induits de l'usage du sol sur la mobilité des franciliens : une stratégie d'aménagement incorporant densité et mixité urbaine autour de nouveaux nœuds d'une infrastructure TC d'envergure devrait encourager un raccourcissement des trajets terminaux et un report modal vers les transports en commun.

Cette partie « développement territorial » prend en compte les modifications de l'aménagement du territoire en fonction de la présence ou non du projet de Grand Paris Express.

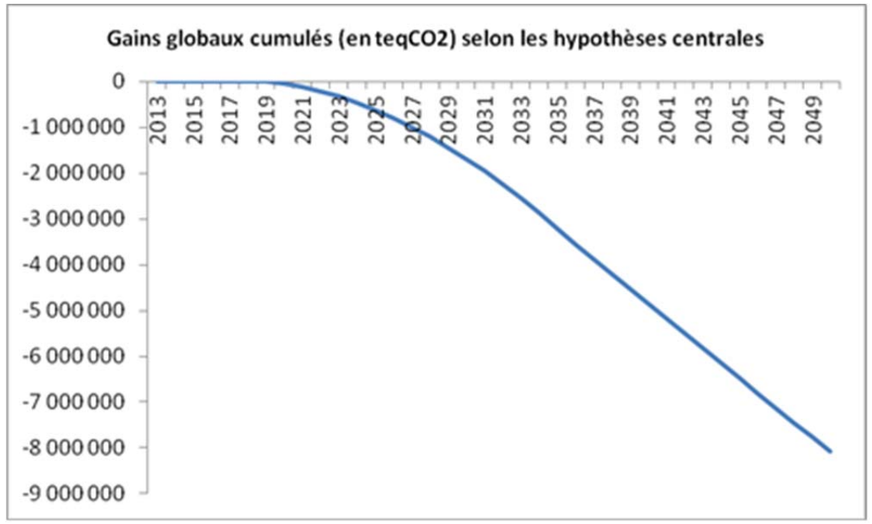
Elle calcule, d'ici à 2050, la différence d'émissions de téq CO_2 induites par le scénario reprenant les hypothèses centrales de développement territorial et, ce, en considérant l'ensemble du cycle de vie des bâtiments : construction, exploitation et fin de vie du bâti.

La modification du territoire qu'amène le projet entraine un large gain des émissions de CO_2. Ces gains s'expliquent par la densification : il y a moins de réseaux à construire, moins de surfaces rurales sont transformées en zones urbaines, la densification réduit les besoins en énergie (chauffage, transports), les services publics ont moins de distances à parcourir…. Globalement, le cumul de ces gains permet d'économiser 3 230 000 téq CO_2 à l'horizon 2035, avec 350 000 téq CO_2 pour la seule année 2035.

Les gains commencent en 2023, soit dès la mise en service du projet. La fabrication et l'acheminement des matériaux entrainent des émissions, alors que la densification permet d'en éviter, par une diminution des km de réseau VRD construits et des parcelles agricoles ou forestières urbanisées.

Concernant la phase exploitation, là encore la densification qu'amène le projet permet de réduire les émissions de CO_2. Les bâtiments consomment moins, il y a moins de VRD, et les coûts de maintenance sont donc moindres, ainsi que les services publics qui ont moins de distance à parcourir.

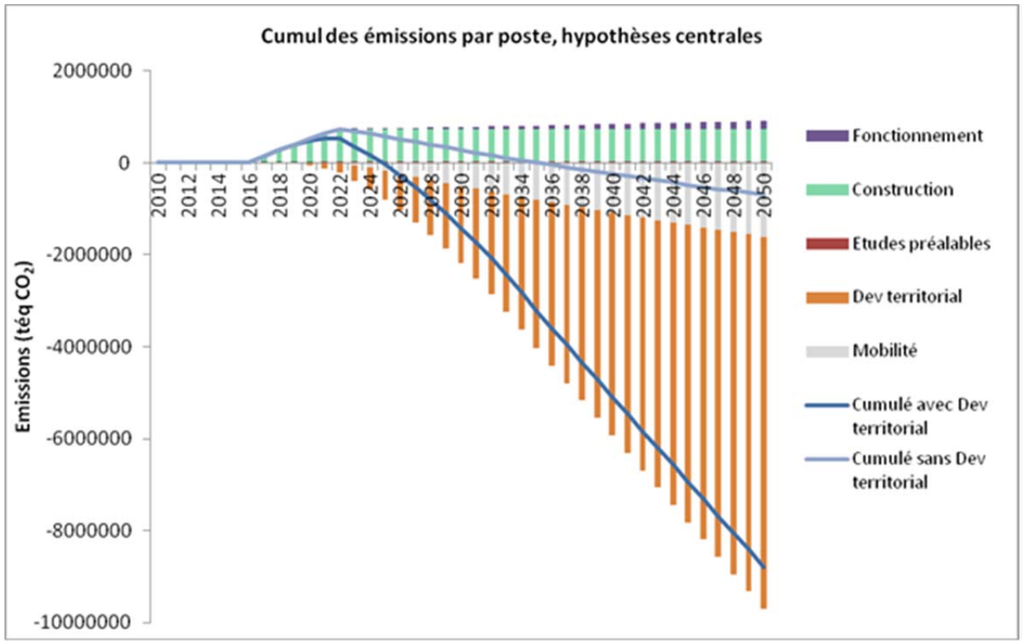
Ainsi les émissions évitées s'accumulent au cours du temps. Le graphique ci-dessous représente les émissions cumulées au cours du temps engendrées par les impacts indirects du projet sur le développement territorial.



Comparaison des gains (téq CO_2) cumulés pour les hypothèses centrales

Synthèse

Les résultats globaux du bilan des émissions de gaz à effet de serre sont présentés dans le graphique ci-après. Il permet de comparer les émissions de CO_2 induites ou évitées par les différentes thématiques.

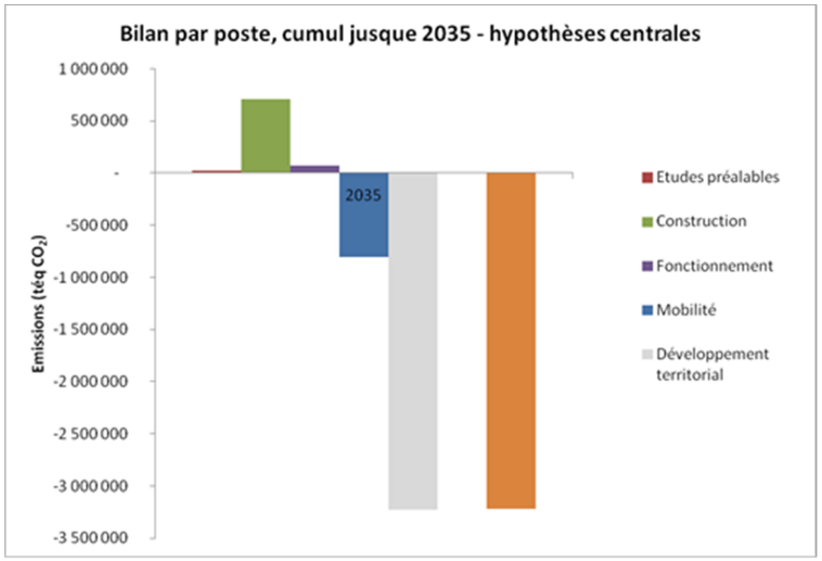


Cumul des émissions de GES (en téq CO_2) liées au projet.

Comme attendu, la première phase du projet (comprenant les études préalables et la construction) induit des émissions de GES importantes. Dès la fin de la construction, les émissions induites se stabilisent et ne sont plus alimentées que par les émissions de fonctionnement de l'infrastructure. En parallèle, les émissions évitées grâce à l'amélioration de la mobilité en Ile-de-France et grâce à l'aménagement du territoire augmentent et deviennent de plus en plus importantes dans le bilan global.

Le cumul des émissions induites et évitées permettent d'estimer la période nécessaire pour que les émissions évitées compensent les émissions induites selon les hypothèses centrales considérées. Les émissions évitées seront alors égales aux émissions induites aux alentours de 2025, c'est-à-dire deux ans après la mise en service des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

A l'horizon 2035, les émissions induites et évitées cumulées depuis le début du projet se répartissent selon la figure ci-après.



Bilan des émissions de GES (en téq CO_2) par poste, à l'échéance 2035 (hypothèses centrales).

A l'horizon 2035, les postes les plus importants sont la construction, la mobilité et le développement territorial. La construction sera alors approximativement compensée par les seuls gains liés à la mobilité tandis que les gains liés au développement permettront au projet d'avoir réduit les émissions de GES de 3 230 000 téqCO_2 à l'horizon 2035. A l'horizon 2050, ce sont plus de 8 000 000 téqCO_2 qui auront été évitées. Le projet participera de ce fait de manière significative aux efforts nécessaires pour atteindre les objectifs nationaux de réduction des émissions.

18.2.4.2. Mesures d'évitement et de réduction

Comme du point de vue énergétique, les **effets du projet sur les émissions globales des gaz à effets de serre sont positifs**. Il n'y a donc pas lieu de mettre en place de mesures visant à éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet mais plutôt d'optimiser le projet afin d'en maximiser les effets positifs.

Préconisations liées à l'optimisation de la consommation énergétique

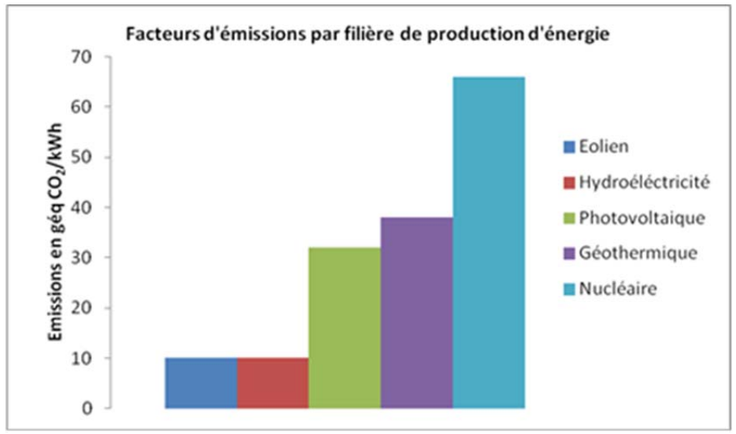
Les émissions de CO_2 dues au fonctionnement sont largement dépendantes des consommations énergétiques. Les **préconisations liées à l'optimisation de la consommation énergétique** détaillées dans la partie « énergie » s'appliquent donc également ici.

Mobilité : report modal vers les transports en commun

Là encore, toutes les mesures encourageant un report modal de la route vers les transports en commun auront comme effet de maximiser les émissions de gaz à effet de serre évitées grâce au projet. Pour plus de détail il convient de se référer aux préconisations formulées dans la partie « qualité de l'air ».

Utilisation d'énergies renouvelables

En ce qui concerne l'apport énergétique du réseau, le choix des énergies renouvelables est particulièrement important. En effet, les facteurs d'émissions des énergies renouvelables sont nettement en dessous de ceux de l'énergie nucléaire et des énergies fossiles, comme le montre la figure ci-après.



Facteurs d'émissions de différentes filières de production d'électricité (Source valeurs : ADEME, Guide des facteurs d'émissions V6.1)

Bien que les quantités d'énergie nécessaires au fonctionnement du Grand Paris Express ne permettent pas de s'approvisionner uniquement à partir des ressources renouvelables disponibles en interne (surfaces disponibles pour la production d'énergie éolienne restreintes, énergie géothermique limitée, etc.), il sera cependant intéressant d'envisager la production d'énergie renouvelable notamment sur les toits des gares ou de favoriser les fournisseurs d'électricité produisant une grande proportion de l'énergie à partir de ressources renouvelables.

Développement territorial

Le développement territorial nouveau induit par le projet est responsable d'une grande quantité d'émissions de CO_2 potentiellement évitées. Afin d'en assurer la maximisation, il sera cependant nécessaire de la part des acteurs responsables de l'aménagement du territoire de mettre en place **des mesures d'accompagnement visant notamment à réduire l'étalement urbain et à favoriser la densification autour des gares**. Tous les détails sur ces mesures sont précisés dans la partie « occupation du sol ».

De manière simplifiée, les principales mesures ayant un impact fort sur les émissions de GES sont les suivantes :

- Limiter l'étalement urbain en préservant le plus possible les espaces vierges de la construction nouvelle et en définissant les périmètres d'urbanisation dans le tissu urbain existant ;
- Définir des Coefficients d'Occupation du Sol (COS) adaptés à l'accessibilité des zones en transport en commun ;

- Promouvoir une mixité fonctionnelle et urbaine adaptée à ce même indicateur d'accessibilité ;
- Définir l'affectation future des périmètres d'aménagement en fonction de l'accessibilité des terrains qui s'y situent.
- Inciter à l'augmentation des programmes de démolitions/reconstructions et de constructions pour augmenter le taux de renouvellement du parc bâti.
- Définir des règles de construction favorisant des taux de mitoyenneté importants.
- Promouvoir des programmes de construction d'immeubles collectifs au détriment de maisons individuelles ;
- Définir des objectifs de performance énergétique à atteindre pour les futurs programmes de construction/rénovation allant au-delà des exigences réglementaires en vigueur, par exemple en promouvant la certification environnementale des nouveaux bâtiments.
- Inciter les communes à l'instauration d'incitations financières (primes, prêts à taux intéressants, etc.) afin d'encourager les particuliers à engager des travaux énergétiques dans les bâtiments
- Inciter les communes à encourager les promoteurs publics ou privés à l'instauration d'un suivi des consommations énergétiques des bâtiments et la diffusion de l'information aux particuliers.

De manière opérationnelle au niveau local, ces politiques peuvent passer par la révision de documents tels que les Plans Locaux d'Urbanisme.

18.2.4.3. Mesures de suivi

La mise en place d'un outil de suivi des émissions de GES produites par les infrastructures et les bâtiments du Grand Paris Express permettra un suivi dans le temps de l'empreinte écologique du réseau. Ces données seront corrélées avec l'évolution du trafic routier sur le réseau francilien afin d'estimer la diminution des gaz à effets de serre issus de la circulation suite à la mise en service du projet.

18.3. Énergies renouvelables

Cette partie aborde la question du développement potentiel des énergies renouvelables au travers du projet et concerne donc essentiellement la phase exploitation. Elle vise également à présenter la synthèse des éléments du projet en rapport avec les éléments du Permis de Construire.

La Société du Grand Paris présentera dans le dossier du Permis de Construire de chaque ouvrage, l'analyse détaillée sur ce sujet. Les ouvrages concernés par cette procédure de permis de construire sont les gares.

18.3.1. Rappel des besoins en énergie

Comme l'a montré l'analyse précédente portant sur l'ensemble du projet, les besoins énergétiques nécessaires au fonctionnement des lignes 16, 17 Nord et 14 Sud sont principalement ceux de la traction du matériel roulant, de l'électricité utilisée dans les gares (éclairage, panneaux d'informations, machines diverses, etc.) et de l'énergie utilisée pour chauffer certains de ces locaux.

L'électricité est très largement dominante :

- Il s'agit d'un métro électrique. Il est donc normal que la traction représente la plus grande part de l'énergie consommée. Elle représente à elle seule 69 % des consommations totales estimées.
- L'électricité représente aussi une part significative des consommations hors traction. En effet, la fonction d'éclairage est assurée entièrement par des appareils électriques. Les fonctions liées à l'exploitation du métro, en particulier la ventilation, la distribution des billets, les portiques de contrôles, les appareils liés aux fonctions d'alarme et de sécurité, sont assurées par des appareils fonctionnant à l'électricité.
- La plupart des fonctions annexes présentes dans les gares reposent sur l'énergie électrique : éclairage des boutiques, distributeurs alimentaires, etc.

Les autres types d'énergie sont quasiment absents dans le fonctionnement actuel des métros existants.

Les énergies fossiles ne sont utilisées que pour produire de l'électricité en cas de défaillance de l'alimentation par le réseau. Elles sont essentiellement utilisées dans des groupes électrogènes dont la mission est de faire fonctionner certains appareils permettant la mise en sécurité des personnes présentes.

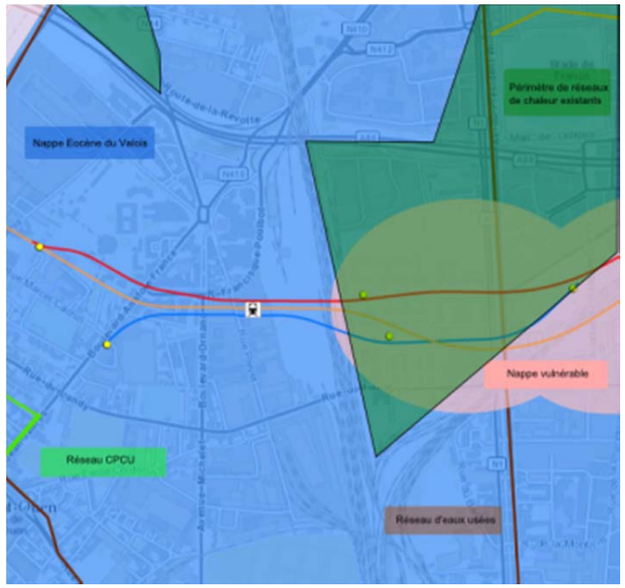
18.3.2. Faisabilité de l'utilisation des énergies renouvelables – analyse générale

La mise en œuvre des énergies renouvelables dans le projet de métro du Grand Paris Express peut se concevoir a priori selon deux angles de vue :

- Les ouvrages produisent de l'énergie renouvelable pouvant être consommée dans l'exploitation du projet. Cette production doit à la fois produire une énergie consommable (de l'électricité principalement) et être réalisée dans des conditions compatibles avec les exigences de tous types de l'exploitation d'un métro : sécurité, Etablissement Recevant du Public, milieu souterrain confiné, disponibilité en ventilation et aération limitée ;
- Les ouvrages consomment de l'énergie renouvelable produite par ailleurs : à défaut de production d'énergie, cette solution encourage la filière de production des énergies renouvelables.

18.3.2.1. Production d'énergie au niveau des ouvrages du projet

Le tableau ci-dessous synthétise pour chaque gare, les potentiels et contextes locaux en énergie renouvelable.

Gare Saint-Denis-Pleyel : Le potentiel local est favorable au développement de : -solaire -géothermie sur parois moulées -bois énergie	
Gare La Courneuve : Le potentiel local est favorable au développement de : -solaire -géothermie sur parois moulées -bois énergie -raccordement aux réseaux de chaleur locaux -récupération de chaleur sur les eaux usées	
Le Bourget RER : Le potentiel local est favorable au développement de : -solaire -géothermie sur aquifère basse température -géothermie sur parois moulées -bois énergie -récupération de chaleur sur les eaux usées	
Le Blanc-Mesnil : Le potentiel local est favorable au développement de : -solaire -géothermie sur aquifère basse température -géothermie sur parois moulées -bois énergie -raccordement aux réseaux de chaleur locaux	

Aulnay-sous-Bois :

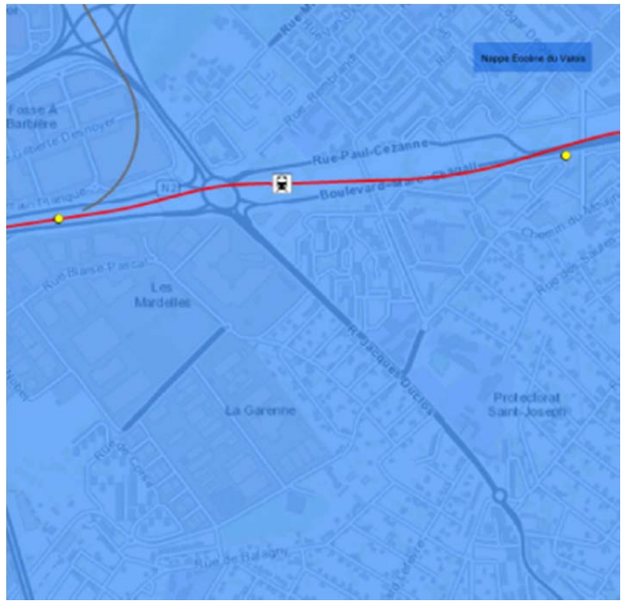
Le potentiel local est favorable au développement de :

-solaire

-géothermie sur aquifère basse température

-géothermie sur parois moulées

-bois énergie



Sevran Beaudottes :

Le potentiel local est favorable au développement de :

-solaire

-géothermie sur aquifère basse température

-géothermie sur parois moulées

-bois énergie

-raccordement aux réseaux de chaleur locaux

Sevran-Livry :

Le potentiel local est favorable au développement de :

-solaire

-géothermie sur parois moulées

-bois énergie

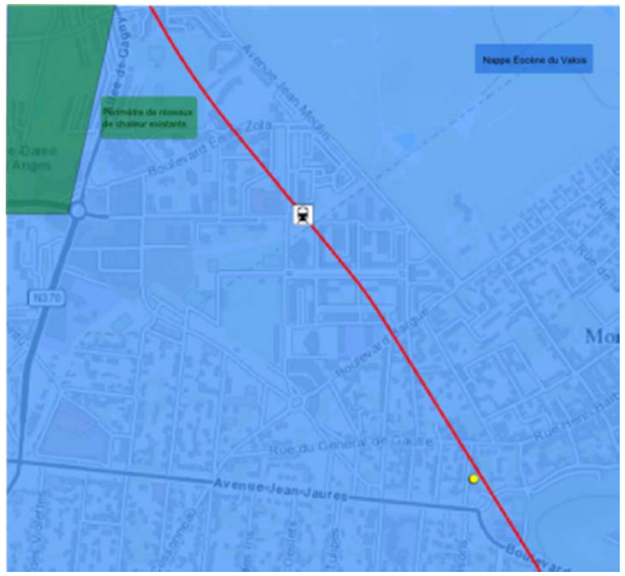
Clichy-Montfermeil :

Le potentiel local est favorable au développement de :

-solaire

-géothermie sur aquifère basse température

-bois énergie



Chelles : Le potentiel local est favorable au développement de : -solaire -géothermie sur aquifère basse température -géothermie sur parois moulées -bois énergie -raccordement aux réseaux de chaleur locaux	

Synthèse des possibilités d'approvisionnement en énergies renouvelables des différentes gares (Source : Étude d'approvisionnement en énergies renouvelables, Février 2016)

18.3.2.2. Utilisation d'énergie renouvelable produite par ailleurs

La part des énergies renouvelables en l'Ile-de-France reste assez limitée puisqu'elle représente actuellement moins de 5% des consommations finales. Les principales filières d'énergies renouvelables utilisées en région Ile-de-France sont (source SRCAE 2009) :

- Les pompes à chaleur aérothermiques et géothermiques sur les bâtiments, pour des usages de chaleur ou de climatisation dans le tertiaire, représentent une production renouvelable de près de 3 850 GWh/an.
- La biomasse, essentiellement utilisée en maison individuelle, et comme chauffage d'appoint, représente une production renouvelable de près de 3 190 GWh/an en individuel. Les chaufferies collectives, sur réseau de chaleur ou hors réseaux de chaleur, ne représentent qu'une part marginale du bilan.
- La récupération de chaleur et la production d'électricité à partir des Unités d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM) représentent une production de 3 563 GWh/an.
- La production de chaleur sur réseaux par géothermie représente une production de 1 035 GWh/an.

Cette part est toutefois en augmentation significative avec le développement de projets importants en géothermie et le développement du réseau de chauffage urbain.

L'énergie d'origine solaire se développe également mais dans de moindres proportions. L'usage des toitures est concurrencé par les toitures végétalisées qui permettent de remplir d'autres fonctions.

Les autres types d'énergies renouvelables donnent lieu à des productions anecdotiques au niveau régional (55 GWh pour le solaire photovoltaïque, 37 GWh pour l'énergie hydraulique, 20 GWh pour l'éolien et 18,8 GWh pour le solaire thermique).

L'électricité consommée pour l'essentiel des besoins de fonctionnement de l'infrastructure ne sera donc que très partiellement issue d'origines renouvelables. Par ailleurs, la seule ressource renouvelable externe potentiellement utilisable serait une connexion aux réseaux de chaleur urbaine (notamment de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU)). Ces réseaux font circuler de la vapeur d'eau sous pression chauffée par plusieurs types d'énergie, dont l'incinération d'ordures ménagères. A nouveau, la part du chauffage dans les consommations est faible et l'impact sur la part des énergies renouvelable serait très faible mais cela reste tout de même intéressant.

18.3.3. Faisabilité de l'utilisation des énergies renouvelables – analyse détaillée

Ce chapitre a pour vocation d'apporter des précisions au niveau de chaque ouvrage étudié par rapport aux éléments ci-dessus.

Les éléments présentés restent synthétique et d'approche générale. Ils ne sont compréhensibles que si les caractéristiques de chaque ouvrage sont connues, donc si le lecteur dispose du volet B, chapitre III « Présentation du projet ».

A partir de l'ensemble des investigations réalisées sur le périmètre, il en a été conclu que les solutions les plus pertinentes sur les gares sont les suivantes :

- Solaire photovoltaïque,
- Géothermie sur parois moulées
- Mise en place de puits provençaux.

D'autres solutions plus anecdotiques sont également envisageables à titre de démonstrateur mais ne seront pas des solutions d'approvisionnement des gares.

Les chapitres suivants présente pour chaque gare les solutions techniques les plus pertinentes (Source : Étude d'approvisionnement en énergies renouvelables, Février 2016).

Le code couleur est fonction de la possibilité de de l'intérêt énergétique de mettre une solution en place :

- Vert : solution envisageable et bénéfique d'un point de vue énergétique ;
- Jaune : solution à l'efficacité énergétique limitée et / ou peu viable financièrement ;
- Orange : solution inadéquate tant sur un plan énergétique que technique ou financier.

18.3.3.1. Gare de Saint-Denis-Pleyel

Solaire / Photovoltaïque	En toiture pleine ou vitrée	Risque de masques en cas de construction de nouveaux bâtiments
	En façade vitrée	Potentiel limité
	En brise soleil	Risque de masques en cas de construction de nouveaux bâtiments
	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Petit éolien	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Géothermie	Sur nappe	Nécessité mutualisation avec bâtiment adjacents / portage interne gare peu pertinent
	Sur parois moulées	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents
	Puits provençal	Conception inadaptée
Bois énergie	Chaufferie plaquettes	Besoins de chaleur faibles par rapport à la puissance installée / forte intermittence
	Chaufferie granulés de bois	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents Investissement complémentaire à prévoir pour production de froid + très grande intermittence
	Micro Cogénération bois	Valorisation partielle de la chaleur + puissances des chaudières commercialisées (15 kW) non adaptées au projet
Raccordement aux réseaux urbains existants	Chaud	Réseau à 500 m
Récupération de chaleur	Sur les eaux grises avec échangeur sur le collecteur + PAC	Collecteur trop éloigné
Autres	Piézoélectricité	Potentiel très limité (démonstrateur)

1.1.1.1. Gare de la Courneuve

Solaire / Photovoltaïque	En toiture pleine ou vitrée	Pas de potentiel
	En façade vitrée	Pas de potentiel
	En brise soleil	Pas de potentiel
	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Petit éolien	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Géothermie	Sur nappe	Nécessité mutualisation avec bâtiment adjacents / portage interne gare peu pertinent
	Sur parois moulées	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents
	Puits provençal	Conception inadaptée
Bois énergie	Chaufferie plaquettes	Besoins de chaleur faibles par rapport à la puissance installée / forte intermittence
	Chaufferie granulés de bois	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents Investissement complémentaire à prévoir pour production de froid + très grande intermittence
	Micro Cogénération bois	Valorisation partielle de la chaleur + puissances des chaudières commercialisées (15 kW) non adaptées au projet
Raccordement aux réseaux urbains existants	Chaud	Réseau à proximité mais pas d'intérêt financier au raccordement
Récupération de chaleur	Sur les eaux grises avec échangeur sur le collecteur + PAC	Nécessité investissement complémentaire pour production de froid. TRI très important
Autres	Piézoélectricité	Potentiel très limité (démonstrateur)

1.1.1.2. Gare du Bourget RER

Solaire / Photovoltaïque	En toiture pleine ou vitrée	Potentiel limité
	En façade vitrée	Potentiel limité
	En brise soleil	Pas de brise soleil prévu dans la conception architecturale
	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Petit éolien	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Géothermie	Sur nappe	Nappe vulnérable
	Sur parois moulées	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents
	Puits provençal	Conception inadaptée
Bois énergie	Chaufferie plaquettes	Besoins de chaleur faibles par rapport à la puissance installée / forte intermittence
	Chaufferie granulés de bois	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents Investissement complémentaire à prévoir pour production de froid + très grande intermittence
	Micro Cogénération bois	Valorisation partielle de la chaleur + puissances des chaudières commercialisées (15 kW) non adaptées au projet
Raccordement aux réseaux urbains existants	Chaud	Pas de réseau à proximité
Récupération de chaleur	Sur les eaux grises avec échangeur sur le collecteur + PAC	Nécessité investissement complémentaire pour production de froid. TRI très important
Autres	Piézoélectricité	Potentiel très limité (démonstrateur)

1.1.1.3. Gare du Blanc-Mesnil

Solaire / Photovoltaïque	En toiture pleine ou vitrée	
	En façade vitrée	La conception architecturale ne le permet pas
	En brise soleil	La conception architecturale ne le permet pas
	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Petit éolien	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Géothermie	Sur nappe	Nécessité mutualisation avec bâtiment adjacents / portage interne gare peu pertinent
	Sur parois moulées	Nécessité mutualisation avec bâtiment adjacents, mais pas de projet à court terme sur le secteur
	Puits provençal	
Bois énergie	Chaufferie plaquettes	Besoins de chaleur faibles par rapport à la puissance installée / forte intermittence
	Chaufferie granulés de bois	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents Investissement complémentaire à prévoir pour production de froid + très grande intermittence
	Micro Cogénération bois	Valorisation partielle de la chaleur + puissances des chaudières commercialisées (15 kW) non adaptées au projet
Raccordement aux réseaux urbains existants	Chaud	Réseau 100% gaz à proximité
Récupération de chaleur	Sur les eaux grises avec échangeur sur le collecteur + PAC	Collecteur trop éloigné
Autres	Piézoélectricité	Potentiel très limité (démonstrateur)

1.1.1.4. Gare d'Aulnay-sous-Bois

Solaire / Photovoltaïque	En toiture pleine ou vitrée	Effet de masque très important sur les toitures
	En façade vitrée	Effet de masque très important sur les toitures
	En brise soleil	Effet de masque très important sur les toitures
	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Petit éolien	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Géothermie	Sur nappe	Nécessité mutualisation avec bâtiment adjacents / portage interne gare peu pertinent
	Sur parois moulées	Nécessité mutualisation avec bâtiment adjacents
	Puits provençal	
Bois énergie	Chaufferie plaquettes	Besoins de chaleur faibles par rapport à la puissance installée / forte intermittence
	Chaufferie granulés de bois	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents Investissement complémentaire à prévoir pour production de froid + très grande intermittence
	Micro Cogénération bois	Valorisation partielle de la chaleur + puissances des chaudières commercialisées (15 kW) non adaptées au projet
Raccordement aux réseaux urbains existants	Chaud	Pas de réseau à proximité
Récupération de chaleur	Sur les eaux grises avec échangeur sur le collecteur + PAC	Collecteur trop éloigné
Autres	Piézoélectricité	Potentiel très limité (démonstrateur)

1.1.1.5. Gare de Sevran – Beaudottes

Solaire / Photovoltaïque	En toiture pleine ou vitrée	Potentiel limité
	En façade vitrée	Pas de potentiel
	En brise soleil	Pas de brise soleil
	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Petit éolien	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Géothermie	Sur nappe	Nécessité mutualisation avec bâtiment adjacents / portage interne gare peu pertinent
	Sur parois moulées	Nécessité mutualisation avec bâtiment adjacents
	Puits provençal	
Bois énergie	Chaufferie plaquettes	Besoins de chaleur faibles par rapport à la puissance installée / forte intermittence
	Chaufferie granulés de bois	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents Investissement complémentaire à prévoir pour production de froid + très grande intermittence
	Micro Cogénération bois	Valorisation partielle de la chaleur + puissances des chaudières commercialisées (15 kW) non adaptées au projet
Raccordement aux réseaux urbains existants	Chaud	Réseau 100% gaz à proximité
Récupération de chaleur	Sur les eaux grises avec échangeur sur le collecteur + PAC	Collecteur trop éloigné
Autres	Piézoélectricité	Potentiel très limité (démonstrateur)

1.1.1.6. Gare de Sevran-Livry

Solaire / Photovoltaïque	En toiture pleine ou vitrée	Pas de potentiel
	En façade vitrée	Pas de potentiel
	En brise soleil	La conception architecturale ne le permet pas
	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Petit éolien	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Géothermie	Sur nappe	Nappe vulnérable
	Sur parois moulées	Nécessité mutualisation avec bâtiment adjacents
	Puits provençal	
Bois énergie	Chaufferie plaquettes	Besoins de chaleur faibles par rapport à la puissance installée / forte intermittence
	Chaufferie granulés de bois	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents Investissement complémentaire à prévoir pour production de froid + très grande intermittence
	Micro Cogénération bois	Valorisation partielle de la chaleur + puissances des chaudières commercialisées (15 kW) non adaptées au projet
Raccordement aux réseaux urbains existants	Chaud	Réseau 100% gaz à proximité
Récupération de chaleur	Sur les eaux grises avec échangeur sur le collecteur + PAC	Collecteur trop éloigné
Autres	Piézoélectricité	Potentiel très limité (démonstrateur)

1.1.1.7. Gare de Clichy-Montfermeil

Solaire / Photovoltaïque	En toiture pleine ou vitrée	
	En façade vitrée	La conception architecturale ne le permet pas
	En brise soleil	La conception architecturale ne le permet pas
	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Petit éolien	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Géothermie	Sur nappe	Nécessité mutualisation avec bâtiment adjacents / portage interne gare peu pertinent
	Sur parois moulées	Pas de ressource
	Puits provençal	Conception inadaptée
Bois énergie	Chaufferie plaquettes	Besoins de chaleur faibles par rapport à la puissance installée / forte intermittence
	Chaufferie granulés de bois	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents Investissement complémentaire à prévoir pour production de froid + très grande intermittence
	Micro Cogénération bois	Valorisation partielle de la chaleur + puissances des chaudières commercialisées (15 kW) non adaptées au projet
Raccordement aux réseaux urbains existants	Chaud	Pas de réseau à proximité
Récupération de chaleur	Sur les eaux grises avec échangeur sur le collecteur + PAC	Collecteur trop éloigné
Autres	Piézoélectricité	Potentiel très limité (démonstrateur)

1.1.1.8. Gare de Chelles

Solaire / Photovoltaïque	En toiture pleine ou vitrée	Potentiel limité
	En façade vitrée	Effet de masque important
	En brise soleil	Effet de masque important
	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Petit éolien	Sur éclairage parvis	Potentiel très limité (démonstrateur)
Géothermie	Sur nappe	Nappe vulnérable
	Sur parois moulées	Nécessité mutualisation avec bâtiment adjacents
	Puits provençal	Conception inadaptée
Bois énergie	Chaufferie plaquettes	Besoins de chaleur faibles par rapport à la puissance installée / forte intermittence
	Chaufferie granulés de bois	Nécessité mutualisation avec bâtiments adjacents Investissement complémentaire à prévoir pour production de froid + très grande intermittence
	Micro Cogénération bois	Valorisation partielle de la chaleur + puissances des chaudières commercialisées (15 kW) non adaptées au projet
Raccordement aux réseaux urbains existants	Chaud	Réseau à proximité mais pas d'intérêt financier au raccordement
Récupération de chaleur	Sur les eaux grises avec échangeur sur le collecteur + PAC	Collecteur trop éloigné
Autres	Piézoélectricité	Potentiel très limité (démonstrateur)

18.4. Synthèse des impacts et mesures correctives relative à la consommation énergétique et aux émissions de gaz à effet de serre

Secteur	Rappel du niveau d'enjeu état initial	Impact brut	Mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Impact résiduel après mesures d'évitement ou de réduction d'impact	Mesure de compensation
Ensemble des lignes	<u>Échelle nationale :</u> Importante contribution de la région Ile-de-France aux consommations énergétiques et émissions de gaz à effet de serre à l'échelle nationale.	Réduction globale et durable des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre de la région Ile-de-France.	Toutes les mesures d'optimisation détaillées ci-dessous permettront de maximiser les impacts positifs du projet et de contribuer ainsi davantage à la réduction des émissions régionales	/	/
	<u>Échelle régionale :</u> Contribution significative du **secteur du transport**, en particulier du transport routier, aux consommations et aux émissions, autant à l'échelle régionale qu'aux abords du fuseau d'étude.	Consommations d'énergie et émissions de gaz à effet de serre induites par la construction du projet.	Rationalisation et optimisation des trajets de véhicules pour le chantier (particulièrement pour l'évacuation des déblais). Choix de techniques de construction peu énergivores. Choix judicieux des méthodes de construction et utilisation de matériaux durables.	/	/
		Consommations d'énergie et émissions de gaz à effet de serre induites par le fonctionnement du projet.	Utilisation d'énergies renouvelables, lorsque cela s'avère possible. Choix d'un matériel roulant peu consommateur en énergie, et doté notamment d'un système de récupération d'énergie au freinage. Optimisation de la fréquence de desserte en fonction des besoins	/	/
		Report modal important de la voiture particulière vers les transports en commun grâce à la nouvelle offre du Grand Paris Express.	Favoriser les accès aux gares en transports en commun, à pied ou en vélo. Mise en place de mesures dissuasives vis-à-vis de l'utilisation de la voiture particulière.	/	/
	<u>Fuseau d'étude :</u> Consommation moyenne d'énergie et émissions moyennes de gaz à effet de serre au sein du fuseau d'étude tant au niveau du **secteur bâti** que des transports notamment.	Réduction des consommations et émissions du bâti grâce aux plans de construction, de densification et de rénovation des bâtiments aux abords des nouvelles gares.	Favoriser une urbanisation durable du territoire, une rénovation du bâti existant et une densification du bâti	/	/

19. Environnement sonore

19.1. Rappel des sites sensibles identifiés dans l'état initial

L'état initial de l'environnement sonore a permis de classer les différents ouvrages des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord selon leur degré de sensibilité acoustique. La hiérarchisation de ces enjeux tient compte notamment :

- de l'environnement sonore préexistant ;
- De la proximité du secteur d'aménagement avec des logements, établissements d'enseignement ou établissements de santé, de soins et d'action sociale ;
- De la proximité du secteur d'aménagement avec des bureaux ;

La détermination du niveau d'enjeu pour un site d'émergence repose sur règle suivante :

- la distance à l'émergence est mesurée par rapport au centre de l'émergence (emplacement du puits ou centre de la gare), sans tenir compte de l'emprise chantier (qui peut être de forme variable) ;
- on retient le niveau d'enjeu le plus fort pour un même site, et en particulier les logements, établissements d'enseignement, établissements de santé, de soins et d'action sociale prévalent par rapport aux bureaux.

Ainsi, plus la zone est calme, plus les enjeux sont élevés dans la mesure où les contraintes induites seront plus fortes pour le projet pour permettre le maintien de cette zone de calme.

Pour les zones bruyantes, l'enjeu est tout autre car il s'agit alors de veiller à ce que le projet ne détériore davantage l'environnement sonore existant.

Le tableau suivant présente la hiérarchisation multicritère retenue pour la détermination de l'enjeu sonore.

		Critère 2 : contexte sonore	
Critère 1 : type d'occupation du sol		**Ambiance sonore non modérée**	**Ambiance sonore modérée**
Logement, Établissements d'enseignement, Établissements de santé, de soins et d'action sociale	à moins de 20 m	Enjeu fort	Enjeu fort
	de 20 m à 50 m	Enjeu modéré	Enjeu fort
	de 50 m à 100 m	Enjeu faible	Enjeu modéré
	au-delà de 100 m	Absence d'enjeu	Enjeu faible
Bureaux	à moins de 50 m	Enjeu modéré	Enjeu modéré
	de 50 à 100 m	Enjeu faible	Enjeu faible
	au-delà de 100 m	Absence d'enjeu	Absence d'enjeu
Zone d'activités industrielles ou logistiques		Absence d'enjeu	Absence d'enjeu

Les enjeux pour les sites des futures gares et futurs ouvrages annexes sont synthétisés dans les tableaux suivants.

Site de gare	Ambiance sonore préexistante	Évaluation de la sensibilité	Enjeu
Chelles	Modérée	La gare du Grand Paris Express de Chelles se situe au plus près de la gare SNCF actuelle de Chelles-Gournay (RER E / Transilien P) et de la gare routière. L'emprise de la gare est située à moins d'une dizaine de mètres de logements collectifs et individuels, situés en retrait des infrastructures de transport et donc en zone calme.	Fort
Clichy - Montfermeil	Modérée	L'emprise de la gare est située à plus de 20 mètres de logements collectifs et d'un groupe scolaire.	Fort
Sevran - Livry	Modérée	L'emprise de la gare est située à plus de 50 mètres de logements individuels et collectifs ainsi que de commerces. L'emprise de la gare est traversée par la ligne ferroviaire du RER B.	Fort
Sevran - Beaudottes	Modérée	Des locaux à usages de bureaux, ainsi qu'un centre d'imagerie médicale et un centre médical, sont situés à moins de 10 mètres de l'emprise des travaux, côté Sud. Les logements les plus proches sont eux situés au Sud-Ouest, à une distance de plus de 50 mètres.	Fort
Aulnay	Modérée	Les logements collectifs et individuels du secteur sont situés, au Nord comme au sud, à une distance de plus de 50 mètres de la gare. Un établissement d'enseignement (école primaire Petits Ormes) est situé au Nord, à plus de 100 mètres de l'emprise.	Fort
Le Blanc-Mesnil	Modérée	Les bâtiments les plus sensibles sont ceux du groupe scolaire situé à moins de 10 mètres à l'Est de l'emprise des travaux. Les logements les plus proches sont situés au Sud (pavillons) et à l'Ouest, à une distance comprise entre 50 et 100 mètres de l'emprise.	Fort
Le Bourget RER	Modérée	L'emprise de la gare est bordée au Sud et à l'Est par les voies ferrées, et à l'Ouest par une avenue fortement circulée. Les bâtiments sensibles les plus proches de l'emprise des travaux sont des bureaux et des bâtiments d'enseignement situés au Sud et à une distance comprise entre 50 et 80 mètres. Les logements et les établissements de santé (clinique et maison de retraite) les plus proches sont situés à plus de cent mètres de l'emprise.	Modéré
La Courneuve « Six Routes »	Non modérée	La gare Grand Paris Express de La Courneuve « Six Routes » est située sur le carrefour des « Six Routes », à l'angle de la rue de Saint-Denis et de l'avenue du Général Leclerc. Les bâtiments les plus proches sont des bureaux situés à moins de 10 mètres au Sud-Ouest de l'emprise. Les logements les plus proches sont eux situés à une distance comprise entre 10 et 20 mètres.	Modéré
Saint-Denis Pleyel	Modérée	Les bâtiments sensibles les plus proches de l'emprise sont des bureaux situés à l'Ouest à une distance inférieure à 10 mètres. Les logements les plus proches sont situés à une distance comprise entre 20 et 50 mètres au Nord et à l'Ouest de l'emprise.	Modéré

Enjeux des sites de gares du point de vue acoustique

Commune	Ouvrage	Ambiance sonore préexistante	Évaluation de la sensibilité	Enjeu
Champs-sur-Marne	0704P	Modéré	Les logements collectifs et bureaux les plus proches sont situés à une distance comprise entre 20 et 50 mètres de l'ouvrage, au Nord-Est. Le collège Jean-Wiener est situé à plus de 50 mètres de l'emprise, à l'Ouest, dans un environnement relativement modéré.	Fort
Gournay-sur-Marne	0703P	Modéré	Les logements individuels les plus proches sont situés à environ 20 mètres à l'Est et à l'Ouest de l'ouvrage, dans un environnement modéré. Au Sud-Est, des logements collectifs se trouvent à une distance comprise entre 20 et 50 mètres.	Fort
Gournay-sur-Marne	0702P	Modéré	Un logement individuel est situé à moins de 20 mètres au Nord-Ouest de l'emprise des travaux. À l'Est, des logements collectifs se trouvent à une distance comprise entre 20 et 50 mètres. L'établissement d'enseignement le plus proche est quant à lui situé à plus de 50 mètres de l'emprise des travaux du puits.	Fort
Chelles	0701P	Modéré	Des logements individuels sont situés à moins de 20 mètres à l'Est de l'emprise des travaux, dans un environnement très modéré. Au Nord, des logements collectifs se trouvent à une distance comprise entre 20 et 50 mètres. L'établissement d'enseignement le plus proche est quant à lui situé à plus de 100 mètres de l'emprise des travaux du puits.	Fort
Chelles	0605P	Modéré	Des logements individuels sont situés tout autour de l'ouvrage, à moins de 20 mètres pour certains, dans un environnement modéré (notamment à l'écart de la rue Gustave Nast).	Fort
Chelles	0604P	Modéré	Les logements collectifs les plus proches sont situés à plus de 50 mètres de l'ouvrage et les bâtiments d'enseignement situés à l'Est à une distance comprise entre 20 et 50 mètres, dans un environnement modéré. Des équipements sportifs sont situés en limite d'emprise	Fort
Chelles	0603P	Modéré	Des lotissements de logements individuels sont situés à l'Est de l'ouvrage. Les bâtiments les plus proches sont situés à une distance comprise entre 20 et 50 mètres, dans un environnement sonore initial modéré.	Fort
Montfermeil	0602P	Modéré	Des logements individuels sont situés tout autour de l'ouvrage, à plus de 20 mètres, dans un environnement modéré	Fort
Montfermeil	0601P	Modéré	Des logements individuels au Nord et à l'Ouest, ainsi que le musée du travail à l'Est, sont situés à une distance inférieure à 10 mètres de l'ouvrage, dans un environnement relativement modéré.	Fort
Clichy-sous-Bois	0504P	Modéré	Le groupe scolaire Joliot Curie et les logements collectifs sont situés à une distance comprise entre 20 et 50 mètres de l'ouvrage, dans un environnement modéré.	Fort

Commune	Ouvrage	Ambiance sonore préexistante	Évaluation de la sensibilité	Enjeu
Clichy-sous-Bois	0503P	Modéré	Un établissement d'enseignement est situé à une distance supérieure à 50 mètres de l'ouvrage, tandis que les logements individuels les plus proches sont situés à une distance comprise entre 20 et 50 mètres, dans un environnement modéré. À noter également la présence de logements précaires à moins d'une vingtaine de mètres de l'ouvrage.	Fort
Livry-Gargan	0502P	Modéré	Des logements individuels et collectifs ainsi qu'un établissement d'enseignement (école Notre Dame) sont situés à une distance supérieure à 20 mètres de l'ouvrage, dans un environnement modéré.	Fort
Sevran	0501P	Modéré	Les logements individuels autour de l'emprise des travaux sont situés à une distance comprise entre 20 et 50 mètres, dans un environnement modéré	Fort
Sevran	0401P	Modéré	Des logements individuels au Sud de l'emprise sont situés à une distance d'environ 40 mètres de l'ouvrage. Ils font partie d'un lotissement bordant la rue Henri Becquerel, dans un environnement modéré.	Fort
Aulnay-sous-Bois	0303P	Modéré	Des logements collectifs sont situés à une distance d'environ 40 mètres des limites Nord et Ouest de l'ouvrage. Deux établissements d'enseignement sont également situés à proximité (collège Pablo Neruda notamment). Ces bâtiments sensibles sont situés en zone modérée, à l'écart des infrastructures routières du secteur.	Fort
Aulnay-sous-Bois	0302P	Modéré	Un établissement d'enseignement (collège Claude Debussy) est situé à l'Est de l'ouvrage, à une distance comprise entre 10 et 20 mètres et dans un environnement relativement modéré. Les autres bâtiments sensibles (logements collectifs et groupe scolaire Savigny) sont situés à plus de 50 mètres de l'emprise au Sud-Est et ou Sud-Ouest, tout comme les terrains sportifs.	Fort
Aulnay-sous-Bois	0301P	Modéré	Une zone importante de logements collectifs se situe au Sud de l'emprise des travaux, à environ 50mètres. Ils seront impactés par l'ouvrage, même s'ils sont actuellement exposés au bruit de la circulation sur la RN2.	Modéré
Aulnay-sous-Bois	0202P	Modéré	Aucun bâtiment sensible n'est situé aux abords de l'emprise des ouvrages (zone industrielle).	Nul
Aulnay-sous-Bois	0210P	Modéré		
Aulnay-sous-Bois	0220P	Modéré		
Aulnay-sous-Bois Le Blanc-Mesnil	0201P	Modéré		
Le Blanc-Mesnil	0104P	Modéré	Les bâtiments sensibles les plus proches de l'ouvrage (entre 10 et 20 mètres au Nord) sont ceux d'un établissement d'enseignement (école élémentaire), des terrains de sport et gymnase. Les logements les plus proches sont situés à plus de 50 mètres des travaux.	Fort
Le Blanc-Mesnil	0103P	Modéré	Les bâtiments les plus sensibles sont des logements individuels situés en zone modérée, à plus de 20 mètres au Sud et à l'Est de l'ouvrage. Des logements collectifs sont situés à l'Est à une distance comprise entre 20 et 50 mètres ; des bureaux sont situés à l'Ouest à une distance comprise entre 50 et 100 mètres.	Fort
Le Bourget	0102P	Modéré	Aucun bâtiment sensible n'est situé aux abords de l'emprise des ouvrages (zone industrielle).	Nul
Le Bourget	3406P / 01E01	Modéré	Les bâtiments sensibles les plus proches de l'emprise de l'ouvrage sont des logements individuels au Nord (situés dans une zone modérée) et des bureaux au Sud (exposés au bruit de la circulation sur la rue du Commandant Rolland), situés à plus de 20 mètres. Des logements collectifs au Nord et à l'Ouest sont situés à une distance comprise entre 50 et 100 mètres. Des établissements d'enseignement (école maternelle et élémentaire Louis Bleriot) et de santé (maison de retraite L'épervier) sont situés à plus de cent mètres de l'emprise. Leur sensibilité est moindre puisqu'ils sont actuellement exposés au bruit des voies RER, de la gare de triage et de la circulation sur la rue du Commandant Rolland	Modéré
Le Bourget	0101P	Modéré	Des logements individuels sont situés à moins de 20 mètres au Nord de l'ouvrage. Ils constituent une zone particulièrement sensible, puisqu'ils sont uniquement exposés actuellement au bruit de la circulation modérée sur la rue de Verdun. Des bureaux se trouvent à une distance comprise entre 20 et 50 mètres au Sud de cette emprise, tandis que les logements collectifs les plus proches sont situés à plus de 50 mètres de la zone de l'ouvrage	Fort
La Courneuve	0100P / 34E01	Modéré	Les bâtiments les plus sensibles sont ceux du groupe scolaire Raymond Poincaré, situé à moins de 10 mètres au Sud de l'ouvrage. Les logements collectifs les plus proches sont situés à l'Est, à une distance comprise entre 10 et 20 mètres de l'emprise, en bordure de l'avenue de la République.	Fort
La Courneuve	3403P	Modéré	Des logements individuels sont situés à plus de 100 mètres au Nord-Est de l'ouvrage. Ils constituent une zone particulièrement sensible, puisqu'ils sont uniquement exposés actuellement au bruit de la circulation modérée sur la rue de Verdun. Les logements collectifs les plus proches sont situés à plus de 50 mètres de la zone de travaux.	Nul

Commune	Ouvrage	Ambiance sonore préexistante	Évaluation de la sensibilité	Enjeu
La Courneuve	3402P	Modéré	Les bâtiments sensibles les plus proches sont des logements individuels et un établissement d'enseignement (lycée Jacques Brel), situés à moins de 10 mètres de l'ouvrage.	Fort
La Courneuve	3401P	Modéré	Les bâtiments les plus sensibles sont ceux du groupe scolaire Raymond Poincaré, situé à moins de 10 mètres au Sud de l'ouvrage. Les logements collectifs les plus proches sont situés à l'Est, à une distance comprise entre 10 et 20 mètres de l'emprise, en bordure de l'avenue de la République.	Fort
Saint-Denis	3304P	Modéré	Les bâtiments sensibles les plus proches de l'ouvrage sont des logements collectifs situés à une distance comprise entre 20 et 50 mètres au Sud, dans un environnement modéré à proximité de la rue Francis de Pressense.	Fort
Aubervilliers	3303P	Non Modéré	Les bâtiments les plus sensibles sont des logements collectifs situés à l'Est de l'ouvrage, à une distance comprise entre 10 et 20 mètres. Ces bâtiments sont situés dans un environnement déjà exposé au bruit de la circulation sur l'autoroute A 86, malgré les écrans acoustiques mis en œuvre dans ce secteur.	Modéré
Saint-Denis	3302P	Non Modéré	Les bâtiments sensibles les plus proches de l'ouvrage sont des logements collectifs situés à une distance comprise entre 20 et 50 mètres au Nord, dans un environnement plutôt bruyant à proximité de la rue Francis de Pressense. Des bureaux sont également situés au Sud-Ouest de l'emprise, à une distance comprise entre 20 et 50 mètres, à proximité de la ligne du RER. Des gymnases et des terrains de sport bordent la limite Ouest de l'emprise.	Modéré
Saint-Denis	3301P	Modéré	Les bâtiments sensibles les plus proches de l'ouvrage sont des bureaux situés dans une zone modérée (exposés au bruit de la circulation sur la rue Luigi Cherubini), à moins de 10 mètres au Nord. D'autres bâtiments de bureaux sont situés à l'Est à une distance comprise entre 10 et 20 mètres et au Sud à une distance supérieure à 50 mètres. Les logements collectifs les plus proches sont situés au Sud à plus de 50 mètres de l'ouvrage.	Modéré
Saint-Denis	6301P	Modéré	Les bâtiments les plus sensibles sont des logements collectifs situés dans une zone modérée, à moins de 10 mètres au Nord et au Sud de l'ouvrage. Un établissement d'enseignement (académie Fratellini) est situé à l'Ouest, à une distance comprise entre 10 et 20 mètres de l'emprise.	Fort
Saint-Ouen	3300P	Non Modéré	Des logements collectifs sont situés à moins de 10 mètres à l'Ouest de l'ouvrage. Des bureaux ainsi que le lycée Marcel Cachin se trouvent également à moins de 10 mètres au Sud et au Sud-Ouest de cette emprise.	Fort

Enjeux des ouvrages annexes vis-à-vis des niveaux sonores existants

19.2. Rappel des textes réglementaires applicables au projet

19.2.1. Réglementation liée à la phase chantier

19.2.1.1. Code de l'environnement et Code de la santé publique

La lutte contre le bruit est un sujet de santé publique. Les chantiers d'aménagement d'infrastructures en centre-ville étant générateurs de bruit sur une longue période, il est indispensable d'analyser les différentes sources de bruit et de mettre en œuvre des mesures d'atténuation pour limiter les impacts auprès des riverains. En effet, le Maire et le Préfet ont un pouvoir de police et peuvent stopper le chantier, à tout moment s'ils jugent que ce dernier est anormalement bruyant.

La notion de lutte contre le bruit de chantier apparait dans diverses sources réglementaires, dont particulièrement :

- L'article R.571-50 du code de l'environnement ;
- L'article R1337-6 du Code de la santé publique, qui définit les poursuites pénales.

Code de l'environnement

L'article R. 571-50 du Code de l'environnement stipule :

« Préalablement au démarrage d'un chantier de construction, de modification ou de transformation significative d'une infrastructure de transports terrestres, le Maître d'Ouvrage fournit au Préfet de chacun des départements concernés et aux Maires des communes sur le territoire desquelles sont prévus les travaux et les installations de chantier les éléments d'information utiles sur la nature du chantier, sa durée prévisible, les nuisances sonores attendues ainsi que les mesures prises pour limiter ces nuisances. ***Ces éléments doivent parvenir aux autorités concernées un mois au moins avant le démarrage du chantier.***

Au vu de ces éléments, le Préfet peut, lorsqu'il estime que les nuisances sonores attendues sont de nature à causer un trouble excessif aux personnes, prescrire, par un arrêté motivé, pris après avis des Maires des communes concernées et du maître d'ouvrage, ***des mesures particulières de fonctionnement du chantier, notamment en ce qui concerne ses accès et ses horaires.***

Faute de réponse dans le délai de quinze jours suivant la demande du Préfet, cet avis est réputé favorable. Lorsque les travaux concernent plusieurs départements, l'arrêté est pris conjointement par les Préfets de ces départements.

Le Maître d'Ouvrage informe le public de ces éléments par tout moyen approprié. »

Code de la santé publique

Le Code de la santé publique stipule, dans son article R 1334-31 :

« Aucun bruit particulier ne doit, par sa durée, sa répétition ou son intensité, porter atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme, dans un lieu public ou privé, qu'une personne en soit elle-même à l'origine ou que ce soit par l'intermédiaire d'une personne, d'une chose dont elle a la garde ou d'un animal placé sous sa responsabilité ».

L'article R1334-36 précise :

« Si le bruit mentionné à l'article R. 1334-31 a pour origine un chantier de travaux publics ou privés, ou des travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation, ***l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes*** *:*

- *1° Le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes en ce qui concerne soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;*
- *2° L'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;*
- *3° Un comportement anormalement bruyant. »*

L'article R1337-6 définit les poursuites pénales :

« Est puni de la peine d'amende prévue pour les contraventions de la cinquième classe (1500 € au plus) :

- *1° Le fait, lors d'une activité professionnelle ou d'une activité culturelle, sportive ou de loisir organisée de façon habituelle ou soumise à autorisation, et dont les conditions d'exercice relatives au bruit n'ont pas été fixées par les autorités compétentes, d'être à l'origine d'un bruit de voisinage dépassant les valeurs limites de l'émergence globale ou de l'émergence spectrale conformément à l'article R. 1334-32 ;*
- *2° Le fait, lors d'une activité professionnelle ou d'une activité culturelle, sportive ou de loisir organisée de façon habituelle ou soumise à autorisation, dont les conditions d'exercice relatives au bruit ont été fixées par les autorités compétentes, de ne pas respecter ces conditions ;*
- ***3° Le fait, à l'occasion de travaux prévus à l'article R. 1334-36, de ne pas respecter les conditions de leur réalisation ou d'utilisation des matériels et équipements fixées par les autorités compétentes, de ne pas prendre les précautions appropriées pour limiter le bruit ou d'adopter un comportement anormalement bruyant. »***

19.2.1.2. Bruit de voisinage

Les chantiers sont, par nature, une activité bruyante. De plus, les nuisances sonores sont très variables d'un chantier à l'autre puisque fonction de la nature des travaux, des contraintes et de l'environnement du site,… **C'est la raison pour laquelle aucune limite réglementaire n'est imposée en termes de niveau de bruit à ne pas dépasser.**

L'article L.571-6 du code de l'environnement fait référence aux activités bruyantes, permanentes ou temporaires, qui ne figurent pas dans la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Il informe qu'un décret en conseil d'État précisera les modalités d'application de cet article, notamment de la procédure de délivrance de l'autorisation, les documents à fournir à l'appui de la demande d'autorisation et les modalités d'information ou de consultation du public. Le décret d'application de cet article n'est pas encore paru.

Le Décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le Code de la santé publique régit les contentieux relatifs aux « bruits de la vie quotidienne » et a fait l'objet de maintes jurisprudences. Les prescriptions de ce

décret applicables spécifiquement aux bruits de chantier figurent dans le Code de la santé publique à l'article R. 1334-36, décrit en page précédente. Les autres prescriptions de ce décret ne sont pas applicables dans ce cas.

Cependant, la caractérisation des nuisances en termes d'émergence par rapport au bruit résiduel, sur les périodes réglementaires diurne (7 h - 22 h) et nocturne (22 h - 7 h), peut servir de base à la définition de valeurs cibles pendant le déroulement des différentes phases de chantier :

- Les articles R1334-30 à R1344-35 du Code de la santé publique, issus du Décret n°2006-1099 du 31 août 2006, précisent des maxima d'émergence à respecter en limite de propriété riveraine : 5 dB(A) en période diurne (7 h - 22 h) et 3 dB(A) en période nocturne (22 h - 7 h).

- Un terme correctif s'ajoute à ces émergences selon la durée cumulée d'apparition du bruit particulier. Ce terme est compris entre 1 dB(A) pour une durée comprise entre 4 et 8 heures et 6 dB(A) pour une durée inférieure à 1 minute.

Note : L'émergence est la différence entre le niveau du bruit ambiant comportant le bruit particulier (i.e. bruit ambiant avec chantier en activité) et le niveau du bruit résiduel (i.e. bruit ambiant sans chantier en activité).

19.2.1.3. Arrêtés Préfectoraux et municipaux

Le maire peut, selon **l'Article L. 2213-4 du code général des collectivités territoriales**, «par arrêté motivé, soumettre à des prescriptions particulières relatives aux conditions d'horaires et d'accès à certains lieux et aux niveaux sonores admissibles les activités s'exerçant sur la voie publique, à l'exception de celles qui relèvent d'une mission de service public».

Des arrêtés préfectoraux ou municipaux peuvent ainsi apporter des prescriptions complémentaires au Code de la santé publique, en particulier sur les horaires possibles et les périodes autorisées d'activité des chantiers. Certains arrêtés prévoient, par exemple, que les travaux bruyants sur la voie, ainsi que les chantiers proches des habitations, soient interrompus entre 20h00 et 07h00 heures, sauf dans les cas d'intervention urgente ou si le Maire a donné son accord.

Les arrêtés préfectoraux applicables aux chantiers des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sont les suivants :

- Arrêté Préfectoral du 24 novembre 1989 relatif aux bruits de voisinage dans les Hauts-de-Seine (92) a été abrogé le 2 avril 1992 ;

- Arrêté n°99-5493 du 30 décembre 1999 relatif à la lutte contre le bruit en Seine-Saint-Denis (93), modifié par l'Arrêté n°00-2797 du 18 juillet 2000 ;

- Arrêté n°00 DDASS 18 SE du 13 novembre 2000 relatif aux bruits de voisinage en Seine-et-Marne, modifiant l'Arrêté 96 DAI 1 cv n°084 du 11 juillet 1996.

Pour les communes suivantes, les arrêtés municipaux en vigueur qui restreignent les horaires des activités bruyantes sont présentés ci-après :

- Arrêté Municipal n°119 du 7 mars 2005 relatif à la lutte contre le bruit sur la commune d'Aulnay-sous-Bois (93) ;

- Arrêté Municipal n°048 du 4 juin 2002 relatif à la lutte contre le bruit sur la commune de Champs-sur-Marne (77) ;

- Arrêté Municipal du 28 juin 2010 relatif à la réglementation du bruit sur la commune de Chelles (77) ;

- Arrêté Municipal du 25 avril 2001 relatif à la lutte contre le bruit et l'usage d'engins bruyant sur la commune de Gournay-sur-Marne (93) ;

- Arrêté Municipal du 24 mars 1993 relatif aux règles propres à préserver la santé de l'homme contre les bruits de voisinage sur la commune de Noisy-le-Grand (93).

Des dérogations peuvent être accordées aux entreprises pendant les heures d'interdiction de travaux bruyants. Pour cela, des demandes spécifiques doivent être faites aux services concernées :

- À La Courneuve, Le Bourget, Drancy, Le Blanc-Mesnil, Sevran, Livry-Gargan, Clichy-sous-Bois, Montfermeil : au Maire ou au Préfet si plusieurs communes sont concernées ;

- À Aulnay-sous-Bois : au Maire ;

- À Champs-sur-Marne : aux Services Préfectoraux ;

- À Chelles et Noisy-le-Grand : aux Services Préfectoraux (en référence à l'Arrêté Préfectoral de la Seine-Saint-Denis, car non précisé dans les Arrêtés Municipaux).

Le tableau suivant synthétise les périodes d'interdiction de travaux bruyants définies par les arrêtés préfectoraux ou municipaux :

Ville	Arrêté Préfectoral ou Municipal	Périodes d'interdiction de travaux bruyants
Saint-Ouen	Préfectoral[1]	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
Saint-Denis	Préfectoral[1]	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
Aubervilliers	Préfectoral	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
La Courneuve	Préfectoral	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
Le Bourget	Préfectoral[1]	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
Drancy	Préfectoral	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.

Ville	Arrêté Préfectoral ou Municipal	Périodes d'interdiction de travaux bruyants
Le Blanc-Mesnil	Préfectoral	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
Aulnay-sous-Bois	Municipal	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
Sevran	Préfectoral	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
Livry-Gargan	Préfectoral[12]	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
Clichy-sous-Bois	Préfectoral	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
Montfermeil	Préfectoral	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
Chelles	Municipal	20h – 08h / 12h – 13h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés
Gournay-sur-Marne	Préfectoral[13]	20h – 07h jours ouvrables. Toute la journée dimanches et jours fériés.
Noisy-le-Grand	Municipale	19h – 07h jours ouvrés. 18h – 09h le samedi. Toute la journée dimanches et jours fériés.

Synthèse des périodes d'interdiction des travaux bruyants selon l'Arrêté Préfectoral ou Municipal en vigueur

[12] L'existence d'un arrêté municipal n'a pas été confirmée par les services compétents des Maires

[13] L'Arrêté Municipal ne fait pas référence aux nuisances sonores provenant d'activités de chantiers

19.2.1.4. Cadre réglementaire des engins de chantier

Les engins de chantier sont soumis à divers arrêtés en matière de bruits. Les principaux sont cités ci-après.

Arrêté du 21 janvier 2004

Arrêté du 21 janvier 2004 renvoyant au décret n° 95-79 du 23 janvier 1995 fixant les prescriptions prévues par l'article 2 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit et relatives aux objets bruyants et aux dispositifs d'insonorisation.

Ce Décret d'application du 23 janvier 1995 fixe les prescriptions applicables pour prévenir, et réprimer s'il y a lieu, les émissions sonores des objets et engins bruyants. Il définit les procédures d'homologation, d'attestation, de déclaration et de contrôle des engins bruyants, utilisés notamment sur les chantiers. Pour ces engins, l'affichage des caractéristiques acoustiques est obligatoire.

L'article 3 de ce décret ajoute qu'un « Arrêté interministériel précise, pour chaque type ou famille d'objets ou de dispositifs, les caractéristiques acoustiques et les valeurs limites admissibles ainsi que la procédure de mesure applicable ».

Arrêté du 12 mai 1997

Arrêté du 12 mai 1997 relatifs à la limitation des émissions sonores des matériels et engins de chantier.

Les objets concernés par ces arrêtés sont les matériels et engins de chantier suivants : les moto-compresseurs, les groupes électrogènes de puissance, les groupes électrogènes de soudage, les marteaux-piqueurs et brise-béton, les grues à tour, les pelles hydrauliques, les pelles à câbles, les bouteurs, les chargeuses, les chargeuses pelleteuses et les engins sur chenilles.

Ces arrêtés fixent les limites des émissions sonores à ne pas dépasser, récapitulées dans les tableaux ci-dessous. Les matériels mis sur le marché avant l'entrée en vigueur de cet Arrêté restent soumis à la réglementation antérieure.

Ces valeurs s'entendent toutes tolérances comprises.

Type d'engin	Débit nominal normalisé (Q en m^3 par minute)	Niveau de puissance acoustique admissible (dB [A]/1 pW)
Moto-compresseur	$Q \leq 10$	100
	$10 < Q \leq 30$	102
	$Q > 30$	104

Type d'engin	Puissance électrique P du groupe électrogène de puissance	Niveau de puissance acoustique admissible (dB [A]/1 pW)
Groupe électrogène de puissance	P ≤ 2 kVA	102
	P > 2 kVA	100

Type d'engin	Courant nominal maximal de soudage	Niveau de puissance acoustique admissible (dB [A]/1 pW)
Groupe électrogène de soudage	Inférieur ou égal à 200 A	100
	Supérieur à 200 A	101
Marteaux piqueurs et des brise-béton	m < 20 kg	108
	20 kg ≤ m ≤ 35 kg	111
Marteaux piqueurs et des brise-béton	m > 35 kg et marteaux piqueurs et brise béton à moteur à combustion interne incorporée	114

Type d'engin	Type	Niveau de puissance acoustique admissible (dB [A]/1 pW)
Grue à tour	Mécanisme de levage	100
	Générateur d'énergie	Valeur applicable aux groupes électrogènes de puissance selon la puissance du générateur, fixée par l'arrêté du 12 mai 1997 susvisé.
	Ensemble comprenant le mécanisme de levage et le générateur d'énergie	Valeur la plus élevée des deux composants.

Type d'engin	Puissance nette Installée P en kW (*)	Niveau de puissance acoustique admissible en dB(A)I pW	
		Applicable du 30 décembre 1996 au 29 décembre 2001	Applicable à partir du 30 décembre 2001
Engins sur chenilles (excepté pelles)	P ≤ 65	107	104
	65 < P < 500	LwA = 87 + 11 log P	LwA = 84 + 11 log P
Bouteurs sur roues, chargeuses, chargeuses-pelleteuses	P ≤ 55	104	101
	55 < P < 500	LwA = 85 + 11 log P	LwA = 82 + 11 log P
Pelles	P ≤ 15	96	93
	15 < P < 500	LwA = 83 + 11 log P	LwA = 80 + 11 log P

(*) Déterminée comme indiqué à l'annexe III de l'Arrêté du 12 Mai 1997 (la valeur de la puissance installée est arrondie au nombre entier d'un kW).

Limites des émissions sonores des engins de chantier selon les Arrêtés du 12 mai 1997

Arrêté du 22 mai 2006

Arrêté du 22 mai 2006 modifiant l'Arrêté du 18 mars 2002 relatif aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments.

Cet arrêté est la transposition de la Directive 2005/88/CE du Parlement Européen et du Conseil du 14 décembre 2005, modifiant la Directive 2000/14/CE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments.

Les objectifs de cette Directive sont :

- De limiter les nuisances sonores aléatoires engendrées par les machines bruyantes ;
- D'étendre l'obligation d'insonorisation à de nouveaux matériels puisqu'il existait auparavant d'autres réglementations européennes ;
- De rationaliser le dispositif réglementaire communautaire existant (pouvoir supprimer la réglementation française de l'homologation) ;
- De promouvoir un véritable étiquetage bruit, c'est-à-dire d'en faire un outil de comparaison afin que les appareils les moins bruyants soient préférés.

Les limites des émissions sonores à ne pas dépasser sont présentées dans les tableaux ci-après. L'arrêté du 22 mai 2006 abroge l'ensemble des arrêtés du 12 mai 1997, qui restent cependant applicables pour les matériels en service.

Type d'engin	Puissance nette installée P, en kW Puissance électrique Pel en kW(1) Masse m de l'appareil, en kg Largeur de coupe L, en cm	Niveau admissible de puissance acoustique en dB/1 pW	
		Phase I à compter du 3 janvier 2002	Phase II à compter du 3 janvier 2006
Engins de compactage (rouleaux compacteurs vibrants et plaques et pilonneuses vibrantes)	P ≤ 8 8 < P ≤70 P > 70	108 109 89 + 11 lg P	103 84 + 11 lg P
Bouteurs, chargeuses, chargeuses – pelleteuses sur chenilles	P ≤ 55 P > 55	106 87 + 11 lg P	103 84 + 11 lg
Bouteurs, chargeuses, chargeuses – pelleteuses sur roues, tombereaux, niveleuses, compacteurs de remblais et de déchets de type chargeuse, chariots élévateurs en porte-à-faux à moteur à combustion interne, grues mobiles, engins de compactage (rouleaux compacteurs non vibrants), finisseurs, groupes de puissance hydraulique	P ≤ 55 P > 55	104 85 + 11 lg P	101 82 + 11 lg P
Pelles, monte - matériaux, treuils de chantier, motobineuses	P ≤ 15 P > 15	96 83 + 11 lg P	93 80 + 11 lg P
Brise-béton et marteaux-piqueurs à main	m ≤15 15 < m < 30 m > 30	107 94 + 11 lg m 96 + 11 lg m	105 92 + 11 lg m 94 + 11 lg m

Type d'engin	Puissance nette installée P, en kW Puissance électrique Pel en kW(1) Masse m de l'appareil, en kg Largeur de coupe L, en cm	Niveau admissible de puissance acoustique en dB/1 pW	
		Phase I à compter du 3 janvier 2002	Phase II à compter du 3 janvier 2006
Grues à tour	-	98 + lg P	96 + lg P
Groupes électrogènes de soudage et de puissance	Pel ≤ 2 2 < Pel ≤ 10 Pel > 10	97 + lg Pel 98 + lg Pel 97 + lg Pel	96 + lg Pel 95 + lg Pel 95 + lg Pel
Moto-compresseurs	P ≤ 15 P > 15	99 97 + 2 lg P	97 95 + 2 lg P
Tondeuses à gazon, coupe - gazon / coupe – bordures	L ≤ 50 50 < L ≤ 70 70 < L ≤120 L > 20	96 100 100 105	94 (2) 98 98 (2) 103 (2)

(1) PeI pour les groupes électrogènes de soudage : courant de soudage conventionnel multiplié par le voltage de charge conventionnel pour la plus faible valeur du taux de travail donnée par le fabricant.

Pel pour les groupes électrogènes de puissance : énergie primaire selon la norme ISO 8528-1:1993, point 13.3.2.

(2) Chiffres purement indicatifs. les chiffres définitifs dépendront de la modification de la directive à la suite du rapport visé à l'article 20, paragraphe 3. En l'absence de modification, les chiffres de la phase I resteront applicables durant la phase II.

Le niveau de puissance acoustique admissible est arrondi au nombre entier le plus proche (pour moins de 0,5, l'entier inférieur, pour 0,5 ou plus, l'entier supérieur).

Limites des émissions sonores des engins de chantier selon la Directive 2005/88/CE

Méthode de mesure des caractéristiques acoustiques

La méthode de mesure des caractéristiques acoustiques est fixée par l'Arrêté du 18 mars 2002 pour chaque catégorie de produit, soit de manière explicite (description complète de la procédure de mesure, annexe III de l'Arrêté), soit en référence à une norme CEN ou ISO (même annexe).

Les normes de mesure auxquelles fait référence l'annexe III de l'Arrêté du 18 mars 2002 sont les suivantes :

- NF EN ISO 3744 - novembre 1995 : Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthode d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant ;
- NF ISO 6395 - décembre 1997 : Acoustique - Mesurage du bruit émis à l'extérieur par les engins de terrassement - Conditions d'essai dynamiques. Les arrêtés du 12 mai 1997 sont relatifs à la limitation des émissions sonores des matériels et engins de chantier.

19.2.2. Réglementation liée à la phase exploitation

19.2.2.1. Généralités

Les bruits issus des émergences (gares, puits de secours, puits de ventilations, etc…) des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord du Grand Paris Express débouchent en surface et sont susceptibles de générer des nuisances sonores vis-à-vis des bâtiments riverains.

Le bruit généré (en particulier le bruit de ventilation) doit respecter à la fois la réglementation concernant la création d'infrastructure de transports terrestres (bruit de la circulation des métros

remontant dans les émergences et générant des nuisances à la surface) mais également la réglementation concernant le bruit de voisinage.

19.2.2.2. Textes réglementaires, circulaires et normes en vigueur

L'ensemble des textes réglementaires, circulaires et normes en vigueur relatifs à la phase exploitation du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est développé dans la partie E2, chapitre IV ,19.2 « réglementations applicables » de la présente étude d'impact.

19.2.2.3. Normes applicables

Normes de mesurages

- La norme NF S 31-010 de décembre 1996 "caractérisation et mesurage du bruit dans l'environnement - Méthodes particulières de mesurage" amendée par la version NF S 31-010/A1 pour ce qui concerne la prise en compte des données météorologiques;
- La norme NF S 31-110 de novembre 2005 "caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement – Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation";
- La norme NF S 31-088 d'octobre 1996 "caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic ferroviaire", qui constitue la méthode de mesurage du bruit dû au trafic ferroviaire : l'application de cette norme est exigée par l'article 5 de l'arrêté du 8 novembre 1999 pour le contrôle in situ des contributions sonores de long terme en façade ;
- La norme NF S 31-085 de novembre 2002 " caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier " ;
- La norme NF S 31-057 « Vérification de la qualité acoustique des bâtiments » complétée par la norme NF EN ISO 717-1 (classement français NF S 31-032-1), qui constituent les références pour la mesure et l'évaluation de l'isolement acoustique standardisé pondéré DnT,A,tr des bâtiments : l'application de ces normes est exigée par l'article 5 de l'arrêté du 8 novembre 1999.

Normes de calculs acoustiques

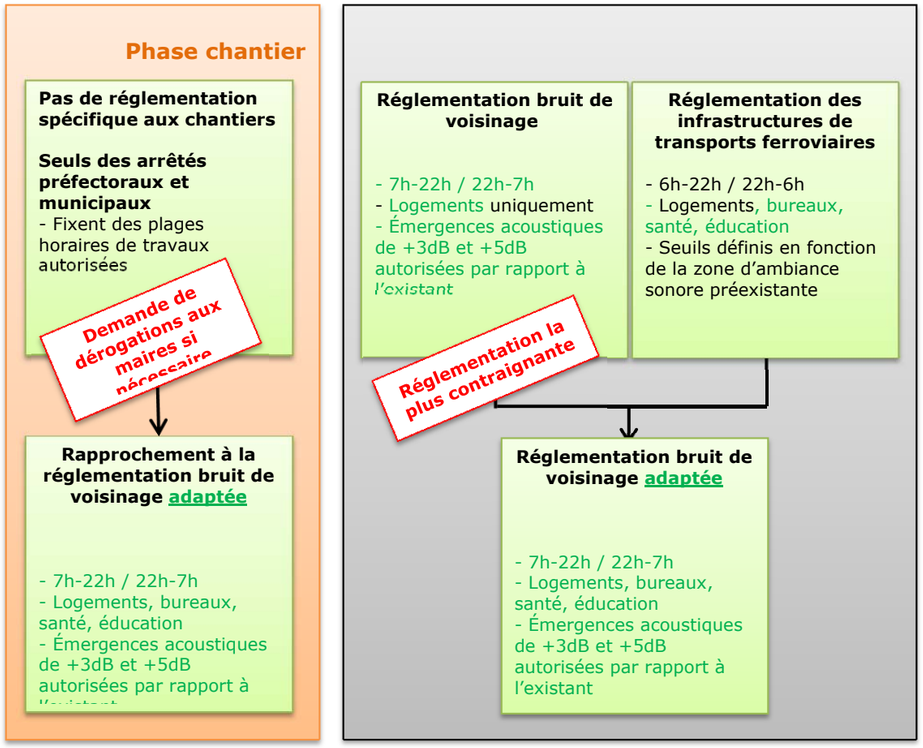
- La norme NF S 31-130 de décembre 2008 "Cartographie du bruit en milieu extérieur - élaboration des cartes et représentation graphique" qui définit notamment les codes couleurs pour les représentations cartographiques ;
- La norme NF S 31-132 de décembre 1997 "Méthodes de prévision du bruit des infrastructures de transports terrestres en milieu extérieur" – Typologie des méthodes de prévision" qui définit 5 classes (de la classe 1a à la classe 3 +) de méthode de prévision du bruit des infrastructures routières et ferroviaires ;
- La norme NF S 31-133 de février 2011 " Bruit des infrastructures de transports terrestres - calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques" qui constitue la méthode nationale de référence pour la prévision des niveaux sonores en milieu extérieur, notamment pour les infrastructures de transports terrestres. Il s'agit en fait de la normalisation de la méthode dite "Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit – version 2008" (NMPB 2008) intégrant les spécificités du bruit ferroviaire (NMPB Fer) et qui s'avère être conforme aux exigences de l'article 6 de l'arrêté du 8 novembre 1999.

Référentiel technique

- Guide du bruit des transports terrestres – Prévision des niveaux sonores CETUR 1980 ;
- Bruit et études routières manuel du chef de projet – SETRA / CERTU – Octobre 2001 : fixe les méthodologies pour la réalisation des études routières. Ces méthodologies peuvent être transposables, dans une certaine mesure, pour les études acoustiques ferroviaires ;
- Les écrans acoustiques – Guide de conception et de réalisation – CERTU – Décembre 2007 – Cet ouvrage spécifie notamment les performances acoustiques à prendre en compte dans les études selon la destination de l'ouvrage de protection ;
- Note d'information SETRA n°77 – SETRA – Version d'avril 2007. Ce document indique la méthode de calcul prévisionnel du bruit routier et les paramètres de trafics sur routes et autoroutes interurbaines ;
- Méthode et données d'émission sonore pour la réalisation des études prévisionnelles du bruit des infrastructures de transport ferroviaire dans l'environnement – RFF / SNCF / METTATM – Version du 21 octobre 2012. Ce document fixe les émissions sonores connues d'un certain nombre de matériels roulants et les analogies à considérer pour les matériels roulants ne figurant pas explicitement dans la base de données fournie.

19.2.3. Synthèse des réglementations applicables

En guise de synthèse et de manière très simplifiée, les réglementations appliquées au projet sont les suivantes.



Synthèse des réglementations applicables

19.3. Impacts et mesures du projet en phase chantier concernant l'environnement sonore

19.3.1. Type de nuisances acoustiques liées à la construction des ouvrages

19.3.1.1. Ouvrages émergents

Dans le cadre du projet d'aménagement des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, malgré la création de lignes entièrement souterraines, le projet comprend la construction d'un certain nombre d'ouvrages émergents (gares, ouvrages annexes) qui constituent autant de zones de chantier susceptibles d'induire des nuisances sonores dans l'environnement.

Les nuisances sonores induites par les chantiers relatifs à la construction de ces ouvrages sont susceptibles de varier en fonction des spécificités de chaque chantier (type d'ouvrage, méthode constructive, durée du chantier, environnement sonore du site d'implantation, etc.). Néanmoins, les principales sources de bruit induites lors de la phase chantier restent similaires, avec notamment :

- L'utilisation des engins de chantier usuels (pelleteuses, chargeuses, brise béton, tracteurs, grues…) ;
- L'utilisation d'équipements techniques (centrale de traitement des boues, compresseurs, groupes électrogènes, etc.) ;
- Les outils et machines de chantier (marteaux piqueurs, scies circulaires, bétonneuses, perceuses, etc.) ;
- La manipulation de matériaux (chocs, bruits de chargements/déchargements, etc.) ;
- Les bruits d'avertisseurs sonores type klaxon ou sirènes de recul ;
- Les cris et paroles des travailleurs sur le chantier ;
- Le charroi de poids lourds induit par le chantier pour l'approvisionnement des matériaux et l'évacuation des déblais.

Les nuisances sonores les plus importantes sont attendues lors des phases travaux suivantes :

- Travaux préparatoires, démolition ;
- Travaux de terrassement et de fouilles à ciel ouvert ;
- Travaux de fondations ;
- Travaux en béton (gros œuvre).

Certains ouvrages des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord seront réalisés à ciel ouvert, selon des méthodes dites «traditionnelles » ou « conventionnelles ». Cependant, d'autres ouvrages, du fait d'une sensibilité particulière, seront réalisés selon la méthode dite de « couverture première », qui consiste à couvrir la zone excavée dès que possible, et poursuivre les travaux sous une dalle béton. Cette méthode permet notamment de limiter de manière significative les nuisances sonores pour certaines phases travaux et particulier pour la phase de terrassement du puits.

19.3.1.2. Fonctionnement des puits d'entrée des tunneliers

Les bases chantier accueillant les puits d'entrée des tunneliers présentent des spécificités liées aux activités induites par leur fonctionnement, avec notamment :

- Un charroi chantier important lié à l'évacuation des terres et l'approvisionnement induits par le creusement de la section de tunnel concernée ;
- Des installations de chantier spécifiques qui peuvent dépendre du type de tunnelier utilisé (centrale à mortier, centrale à béton, bandes transporteuses…) ;
- Une durée de chantier importante ;
- Une emprise chantier importante, liée notamment à l'emprise nécessaire au stockage des voussoirs.

Ces différents éléments peuvent participer à l'augmentation du niveau de bruit lié au fonctionnement des puits d'entrée des tunneliers.

19.3.1.3. Creusement au tunnelier

Le creusement des tunnels des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sera réalisé pour la grande majorité au tunnelier (à l'exception des rameaux et de quelques sections en méthode traditionnelle pour les tranchées couvertes). Cette méthode constructive permet de réduire de manière significative les nuisances sonores dans la mesure où les travaux resteront confinés sous la surface du sol au droit du tunnel mais pas au niveau du puits d'entrée du tunnelier.

Le creusement du tunnel au tunnelier ne présente pas d'impact significatif sur les niveaux sonores de surface au droit du tunnel.

Néanmoins, la réalisation et le fonctionnement des puits d'entrée des tunneliers, sont susceptibles d'entrainer des nuisances sonores.

19.3.2. Réalisation des gares et des puits

19.3.2.1. Installations de chantier

Les puits et les gares se trouvent dans un tissu urbain dense, parfois à proximité directe de bâtiments sensibles (logements, bâtiments d'enseignement ou de santé, bureaux). Cela implique une installation de chantier compacte et une limitation maximale des nuisances pour les riverains.

Pour cela, la localisation des équipements bruyants et/ou permanents de type groupes électrogènes, centrales béton, équipements de ventilation,… sera étudiée en fonction des contraintes inhérentes au chantier, afin de réduire au maximum leur impact sur le voisinage.

D'une manière générale, les installations de chantier pour la réalisation des travaux d'un puits ou d'une gare à ciel ouvert comprennent :

- Des cantonnements ;
- Des surfaces de stockages ;
- Des silos ;
- Une centrale à béton ;
- Des engins de chantier de type pelleteuse,… ;
- Des moyens de levage (grue à tour; portique ; grue mobile).

1.1.1.9. Accès aux chantiers

Pour faciliter l'accès au chantier et réduire l'impact sur la circulation, un plan de circulation de chantier est recherché spécifiquement pour chacun des ouvrages. Une analyse de l'augmentation des niveaux sonores liée au passage des camions sera réalisée en phase PRO.

En effet, les opérations de marinage et d'acheminement des matériaux par d'éventuelles voiries peu circulées actuellement peuvent engendrer une augmentation non négligeable des niveaux sonores à certaines heures de la journée et des nuisances acoustiques associées pour le voisinage.

19.3.2.2. Phasage de construction d'une gare

Les différentes phases générales de travaux lors de la construction d'une gare, susceptibles d'avoir un impact sonore dans le voisinage, sont présentées très succinctement ci-après. Leur impact sonore et/ou vibratoire est bien sûr fonction de leur durée, des horaires de travail, de leur localisation précise au niveau de l'emprise chantier, du type de matériel utilisé, du type de sol rencontré,…

Le phasage particulier du chantier pour chaque gare sera présenté en détail dans le cadre de la phase PRO, afin de déterminer les phases particulièrement sensibles et réaliser une préconisation des mesures de traitement à mettre en place pour réduire les nuisances.

La construction d'une gare suit les principales phases de chantier suivantes :

- Déplacement des réseaux et démolition des constructions existantes sur le site ;
- Mise en place des installations de chantier ;
- Réalisation des parois moulées ;
- Excavation et terrassement de la boîte gare ;
- Réalisation du radier ;
- Passage des tunneliers dans la boîte gare ;
- Réalisation des structures internes ;
- Réalisation de la dalle de couverture ;
- Réalisation du gros-œuvre de l'émergence ;
- Rétablissement des voiries et réseaux ;
- Aménagements de surface, finitions second œuvre.

1.1.1.10. Phasage de construction d'un puits

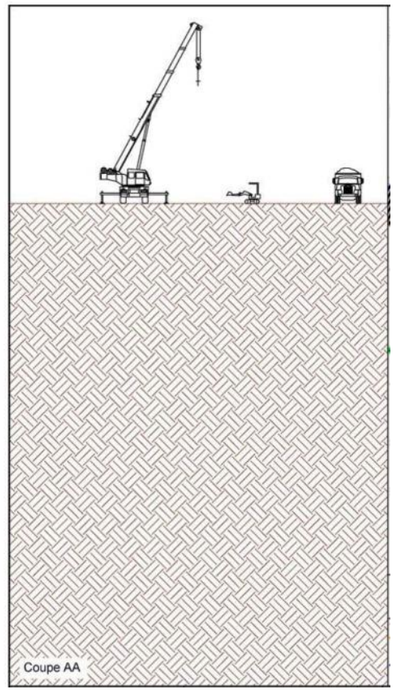
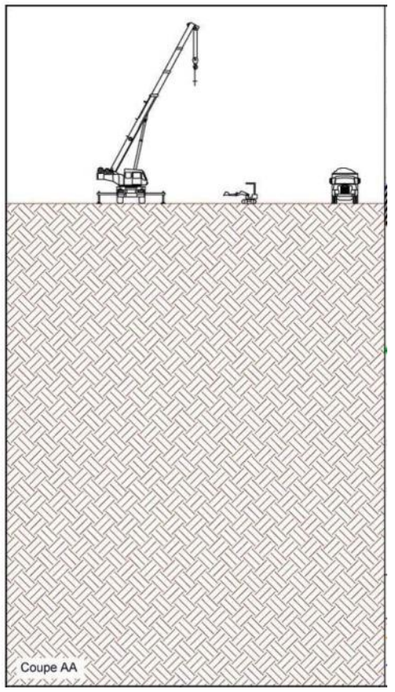
Les puits permettent l'accès des secours et l'évacuation des personnes dans les situations d'urgences, ils sont espacés de 800 mètres les uns des autres au maximum. Deux puits servent également à la ventilation de désenfumage.

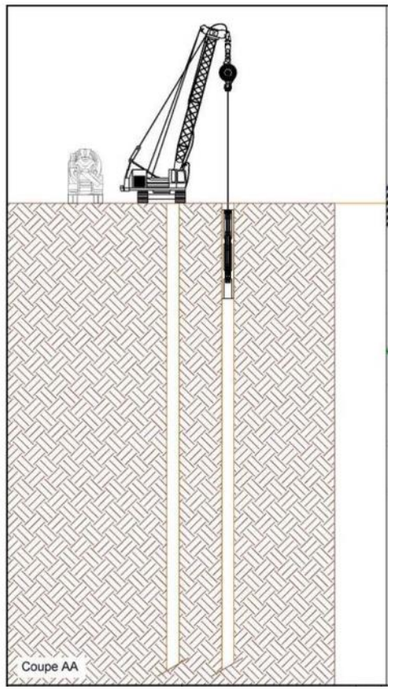
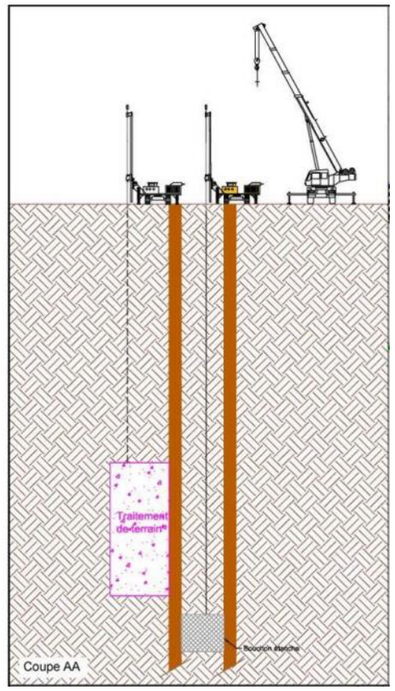
En règle générale, les travaux consistent schématiquement à réaliser une enceinte en parois moulée puis à excaver jusqu'au niveau souhaité. La géométrie de l'ouvrage est choisie suivant les contraintes de sites, et notamment l'emprise disponible, la géologie et les avoisinants à préserver.

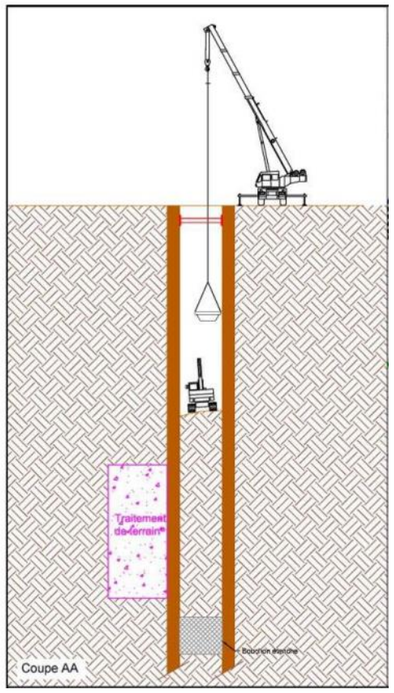
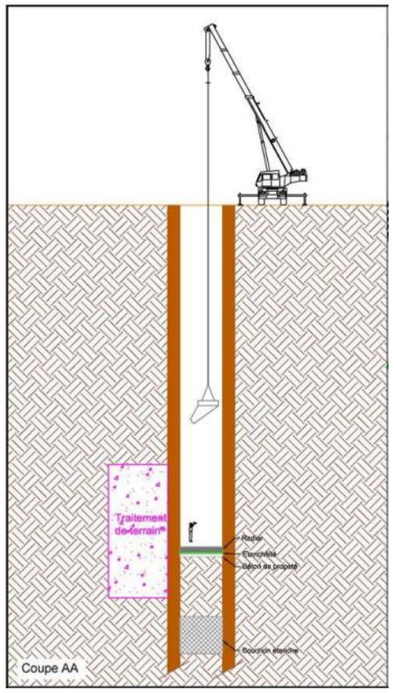
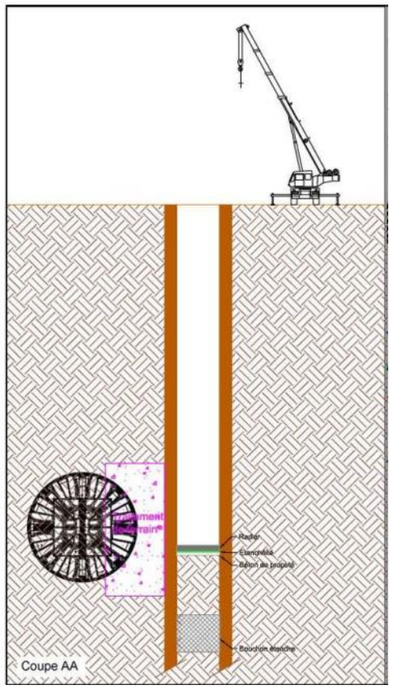
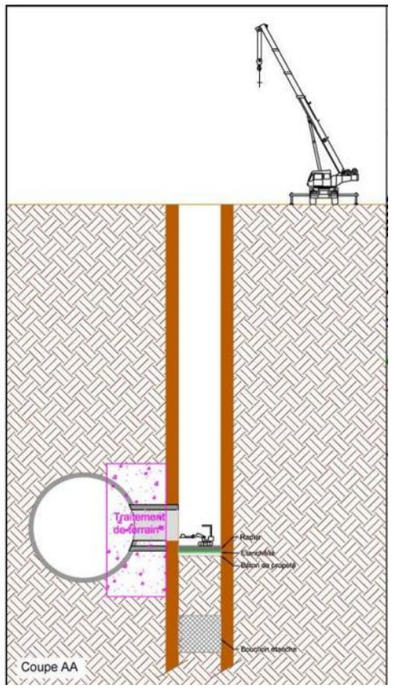
Une fois l'enceinte réalisée, les infrastructures internes de l'ouvrage sont réalisées par bétonnage du radier (dalle utilisée pour établir les fondations d'un ouvrage), des voiles et poteaux, des dalles intermédiaires et de la dalle de couverture.

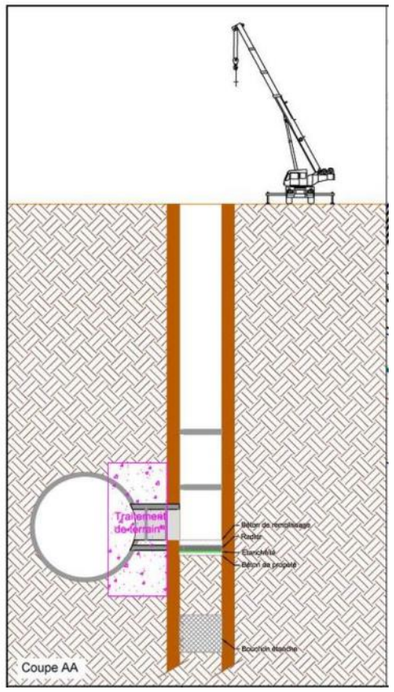
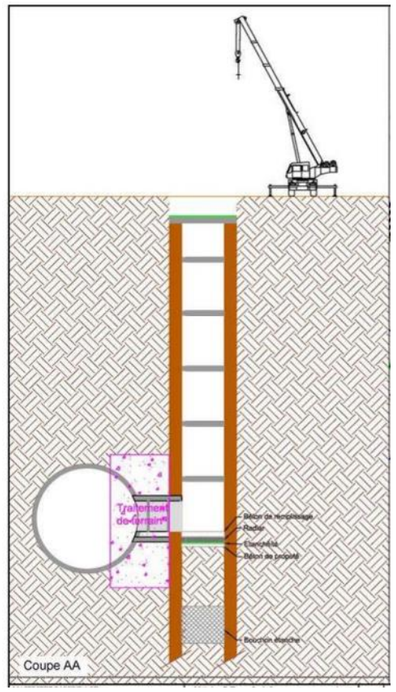
Les différents phasages de construction d'un puits sont schématisés ci-après avec une évaluation du risque de nuisances sonores. Elles sont à adapter selon le type d'ouvrage (étude détaillée de l'impact des phases de chantier pour les puits prévue en phase PRO) :

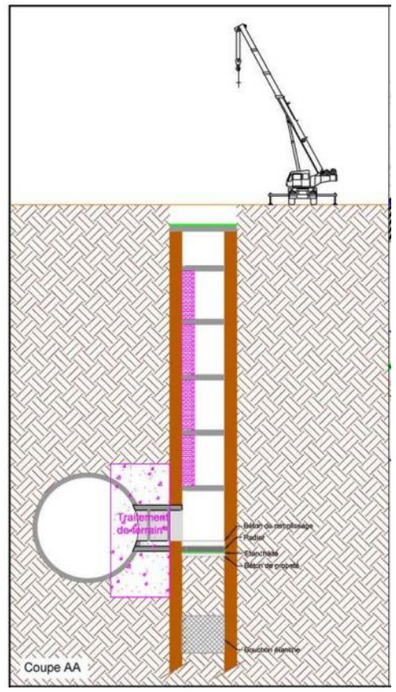
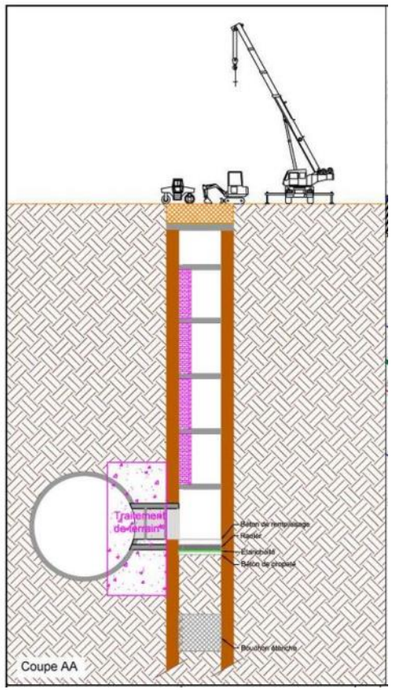
- Atypique émergence ;
- Atypique PR (poste de redressement) ;
- Secours boîte subsurface ;
- Secours circulaire décentré ;
- Ventilation boîte subsurface ;
- Ventilation circulaire centré ;
- Ventilation circulaire décentré ;
- Ventilation rectangulaire.

Phase 0 : Dévoiements de réseaux	**Phase 1 : Installation de chantier**
Phase de travaux préparatoires afin de libérer les emprises **Risque de nuisances sonores moyen par intermittence**	Mise en place des installations de chantier (bungalow, bennes de tri, silos à bentonite, trémie et station de retraitement des boues...). **Risque de nuisances sonores moyen**
	

Phase 2a : Réalisation des parois moulées	**Phase 2b : Réalisation des parois moulées**
Ce sont des éléments en béton armé moulés directement dans une tranchée étroite préalablement réalisée dans le sol. **Risque de nuisances sonores fort**	Traitement de terrain en fond de fouille selon les cas ou traitement de terrain du rameau **Risque de nuisances sonores fort**
	

Phase 3a : Excavation et terrassement par phases successives	Phase 3b : Excavation et terrassement par phases successives	Phase 4 : Passage du tunnelier	Phase 5 : Réalisation du rameau
Excavation et terrassement par phases successives jusqu'au fond de fouille et pose de butons selon la géométrie **Risque de nuisances sonores moyen**	Réalisation du radier et étanchéité **Risque de nuisances sonores moyen**	Le tunnelier passe à proximité du puits. Cette phase ne dure que 2 à 3 jours selon la vitesse d'avancement du tunnelier **Risque de nuisances sonores faible**	L'excavation est réalisée à l'aide d'une pelle équipée de fraise en raison des parois moulées et des voussoirs sensibles aux vibrations. **Risque de nuisances sonores moyen**
			

Phase 6a : Finalisation du puits	Phase 6b : Finalisation du puits
Réalisation du génie civil intérieur en remontant **Risque de nuisances sonores faible**	Réalisation du génie civil intérieur en remontant **Risque de nuisances sonores faible**
	

Phase 7 : Réalisation du second œuvre	Phase 8 : Bétonnage de la voie dans le tunnel + Remise en état
Travaux de second œuvre et d'équipements (ascenseur, installation des réseaux secs, etc.) **Risque de nuisances sonores faible**	Fermeture du puits et remblaiement en surface. **Risque de nuisances sonores moyen**
	

19.3.3. Méthodologie d'évaluation des impacts

De nombreux facteurs contribuent aux nuisances sonores ou vibratoires pouvant être ressenties au cours d'un chantier de travaux publics.

- Le bruit généré par les différents équipements ou installations joue bien sûr un rôle majeur dans ces nuisances : puissance sonore forte ou faible, bruit continu ou intermittent, etc…
- Les horaires des travaux sont également à prendre en compte : les travaux de nuit ou le weekend seront bien évidement moins bien accueillis par les riverains que des travaux réalisés en journée.
- La durée des travaux impact directement sur la gêne ressentie par les riverains, qui accepteront parfois plus facilement des bruits de pelles mécaniques sur plusieurs semaines, voire plusieurs mois, que des bruits de marteau piqueur sur quelques heures ou quelques jours.
- Enfin, la distance des premiers bâtiments sensibles par rapport aux secteurs de travaux est bien évidemment à prendre en compte en premier lieu. Si les bâtiments sensibles sont éloignés des emprises de chantier, les précautions à prendre en termes de bruit et de vibrations seront moindre.

Sont considérés comme bâtis sensibles pour cette étude :

- Les logements ;
- Les établissements de santé et les établissements d'enseignement ;
- Les locaux à usage de bureaux, les lieux de culte et les commerces, dans une moindre mesure.

Une analyse des risques et des enjeux liés aux nuisances sonores et vibratoires sera proposée de façon détaillée en phase PRO, sur la base des critères suivants :

- Nature des travaux ;
- Plages horaires et durée des travaux ;
- Niveaux sonores mesurés aux abords du site à l'état initial (hors travaux) ;
- Éloignement des bâtis sensibles.

Les différents secteurs de travaux sont hiérarchisés en fonction de leur degré de risque et des enjeux acoustiques. Selon l'emplacement et le type de bâti exposé au bruit du chantier, une étude d'impact acoustique détaillée sera réalisée pour évaluer le bruit généré en façades des bâtiments riverains sensibles. Des mesures de réduction des nuisances, notamment des protections acoustiques, seront alors dimensionnées si nécessaire.

En effet, si les travaux sont réalisés dans un secteur où il n'y a pas de bâti sensible, la gêne acoustique en phase travaux est nulle ou quasi nulle. A l'inverse, si les travaux sont effectuées au pied de bâtiments sensibles (tels que des logements, des bâtiments de soins, etc..), alors la gêne est très importante.

Les études macroscopiques menées au stade de l'AVPb, présentées dans les pages suivantes pour chaque ouvrage, permettent d'analyser l'environnement acoustique du site et d'évaluer les enjeux en phase chantier en fonction de l'éloignement des bâtiments sensibles.

Évaluation de la distance entre les bâtis sensibles et l'emprise du chantier(m)	Impact
> 50 m	**FAIBLE à MOYENNE**
Entre 20 et 50 m	**MOYENNE à FORTE**
Entre 10 et 20 m	**FORTE**
< 10 m	**TRES FORTE**

Analyse des risques et enjeux acoustiques et/ou vibratoires

Lorsque les bâtiments situés à moins de 10 mètres des emprises du chantier sont des bâtiments de bureaux uniquement (pas de logements, ni de bâtiments d'enseignement ou de santé), l'impact est qualifié de TRES FORTE.

19.3.4. Analyse des impacts acoustiques

L'analyse des impacts acoustiques est synthétisée pour chaque site (puits et gare) sur des fiches présentées en annexe du présent dossier dans l'étude acoustique détaillée.

Sur chaque fiche, une cartographie permet de situer l'ouvrage dans l'environnement, rappelle les résultats des mesures acoustiques réalisées, et donnent le détail des impacts et des mesures associées en phase chantier et en exploitation.

19.3.5. Mesures de réduction des impacts sonores

Afin de de prendre en compte et de limiter les nuisances acoustiques et vibratoires générées par le chantier, un certain nombre d'actions devront être menées. Ces actions concernent :

- L'information et les relations avec les riverains ;
- Le choix et l'utilisation des engins et matériels de chantier ;
- L'homologation des engins de chantier ;
- L'organisation du chantier et le traitement sonore de ses installations ;
- La sensibilisation du personnel ;
- Le contrôle des niveaux sonores en cours de chantier.

19.3.5.1. Information et communication à l'attention des riverains

Un bruit prévu dont on connaît la cause et les horaires est plus facile à supporter pour les riverains. C'est pour cela qu'une information complète concernant le chantier doit être réalisée en amont des travaux et pendant toute la durée du chantier.

Afin de respecter la réglementation, le Maître d'Ouvrage est tenu de communiquer aux Préfets et Maires concernés, un mois avant le démarrage du chantier, les éléments d'information utiles sur la nature du chantier, sa durée, les nuisances sonores attendues, ainsi que les mesures prises pour limiter ces nuisances.

Par ailleurs, les actions pouvant être menées sur toute la durée des travaux afin de faciliter les relations entre les riverains et le Maître d'Ouvrage sont détaillées ci-après.

Lettres et panneaux d'information

La communication avec les riverains passe dans un premier temps par la distribution d'informations dans les boîtes aux lettres et, dans la mesure du possible, par des réunions publiques. Ce type de réunions montre la volonté du Maître d'Ouvrage de prendre en considération le confort des riverains.

Les modalités de communication seront définies d'un commun accord entre le Maître d'Ouvrage et les communes concernées.

Le Maître d'Ouvrage devra préciser la nature et la durée des travaux les plus bruyants au moins une semaine à l'avance, ainsi que les horaires du chantier.

Il veillera tout particulièrement à informer les riverains des périodes « exceptionnelles » de travaux, telles que les samedis, dimanches ou les nuits. Concernant les activités bruyantes en dehors des horaires autorisées, il fera référence aux Arrêtés Préfectoraux ou Municipaux qui lui auront été délivrés, constituant une dérogation aux arrêtés listés dans le chapitre précédent « Arrêtés Préfectoraux et municipaux ».

Le Maître d'Ouvrage devra également faire connaître les mesures prises pour limiter les nuisances sonores et les coordonnées d'un responsable « bruit-vibrations » du chantier.

En complément de ces lettres d'information, des panneaux seront exposés en Mairie, ainsi qu'aux abords du chantier. Ils permettront de présenter au public :

- L'identité du Maître d'Ouvrage et du Maître d'Œuvre ;
- La date et la durée de réalisation des travaux ;
- La nature et les horaires du chantier ;
- Le détail des activités bruyantes.

Ces informations devront être actualisées pour prendre en compte les aléas lors du déroulement du chantier (conditions météorologiques pouvant retarder les travaux, par exemple).

Recueil et traitement des plaintes

Un responsable « bruit-vibrations » devra être désigné sur le chantier. Sensibilisé au problème de la lutte contre le bruit et aux nuisances sonores et vibratoires liées au chantier, il sera l'interlocuteur des riverains et devra être facilement disponible. Il sera chargé de recueillir et traiter, s'il y a lieu, leurs récriminations.

Les plaintes recueillies par téléphone ou par écrit devront être traitées dans les plus brefs délais. En réponse à chacune d'elles, un courrier sera envoyé décrivant la phase des travaux et la contribution sonore résultante, ainsi que les mesures prises afin de réduire cette contribution.

Visites du chantier

Afin de présenter aux riverains les activités du chantier, des visites pourront être envisagées. Elles auront pour but de les impliquer dans le projet et de leur présenter les efforts faits pour prendre en compte la thématique du bruit sur le chantier.

Pour des raisons de sécurité, ces visites devront être menées et encadrées par le Maître d'Ouvrage, ainsi que le responsable « bruit-vibrations » préalablement désigné.

19.3.5.2. Engins et matériels de chantier

Conformité des engins et matériels de chantier à la réglementation

L'emploi d'engins et de matériels homologués, respectant la réglementation en vigueur concernant les émissions sonores, est exigé. Les niveaux admissibles de puissance acoustique pour chaque type de machine sont donnés par la réglementation européenne transcrite en droit français ou, le cas échéant, la réglementation française encore en vigueur. Ces niveaux sont présentés dans le chapitre « réglementation ».

Le marquage « CE » doit apparaître sur les engins ou matériels de chantier soumis à la réglementation européenne, et la déclaration CE de conformité, document qui accompagne la machine neuve, doit être conservée par l'utilisateur. Pour les matériels soumis à autorisation française, il s'agit de l'attestation de conformité.

Les engins conformes sont facilement identifiables par une plaque indiquant le niveau de pression acoustique garanti par le fabricant. Cette plaque, ainsi que la notice utilisateur (données techniques), doivent être fournies par le fabricant lors de l'achat des matériels. Ce niveau de pression est donné pour un mode de fonctionnement normal des équipements (le fonctionnement en mode dégradé, comme par exemple le moteur en marche avec capot ouvert est proscrit).

Choix et entretien des engins et matériels de chantier

Afin de réduire les nuisances sonores à la source, il est important de choisir un matériel en bon état de fonctionnement et le plus récent possible. Dans le cas où plusieurs technologies sont disponibles pour un même équipement, la version la moins bruyante serait sélectionnée. A performances équivalentes, on utilisera de préférence des engins électriques.

Par exemple, l'utilisation d'un brise-roche hydraulique recouvert d'un caisson permet une réduction sonore d'environ 10 décibels par rapport à l'utilisation d'un brise-roche traditionnel.

19.3.5.3. Gestion sonore du chantier et préconisations

Généralités

En plus de l'utilisation d'engins de chantiers conformes, le Maître d'Ouvrage et les entreprises intervenant sur le chantier devront respecter un certain nombre de prescriptions :

- La circulation en marche arrière des camions sur le chantier devra être évitée afin de réduire l'utilisation des sirènes de recul, particulièrement lors de travaux effectués pendant la période nocturne. L'utilisation d'un avertisseur de recul à fréquences mélangées (AFM) sera aussi privilégiée (un avertisseur de type « Le Cri du Lynx » ou équivalent).

- **Les activités du chantier respecteront les horaires réglementaires précisés dans les arrêtés préfectoraux et municipaux correspondant. En cas de nécessité localement de changements d'horaires, des dérogations seront demandées aux mairies au moins 1 mois avant le début des travaux.**

- Les bruits d'impacts répétitifs seront évités au maximum grâce à l'utilisation de blocs néoprènes (ex : passages répétés de camions sur une plaque métallique bancale).

- Les machines et appareils stationnaires devront être positionnés à une distance aussi grande que possible du voisinage sensible au bruit.

Sensibilisation du personnel

Il est nécessaire de sensibiliser le personnel intervenant sur le chantier, en rappelant que chacun contribue, selon ses possibilités, à minimiser le bruit du chantier. En particulier, l'accent pourra être porté sur :

- L'utilisation des machines et engins bruyants dans leur plage de fonctionnement et la vérification de leur bon état de marche (le personnel veillera également à la fermeture des capots, à couper le moteur des engins en stationnement, etc…) ;

- La limitation des bruits de chocs impulsionnels, notamment métal sur métal (entreposage d'outils ou de matériels par dépose sans être jetés, coups de marteaux, etc…) et le déversement à moindre bruit des matériaux dans leurs conteneurs ;

- L'emploi de talkie-walkie afin de limiter les cris et la limitation des coups de klaxon lors de croisements de véhicules.

L'encadrement devra veiller à ce que les consignes relatives au déroulement des activités bruyantes soient respectées (durée, plages horaires, etc…).

Préconisations générales de traitements acoustiques

Afin de limiter la gêne sonore chez les riverains, plusieurs méthodes peuvent être préconisées :

- Protections à la source ;

- Renforcement de l'isolement acoustique individuel de façade.

Lorsqu'une activité ou un équipement bruyant est clairement identifié et localisé, son impact peut être réduit par la mise en œuvre de protections à la source de type écrans acoustiques amovibles tout autour du périmètre. Ces écrans (de type palissages ou bâches) devront posséder des propriétés d'absorption acoustique en plus d'assurer une atténuation des nuisances sonores transmises.

Exemple de produit : Bâches ECIB ou équivalent pouvant être mis en œuvre sur certains postes d'activité situés à proximité des habitations. Un équipement tel un compresseur ou une pompe peut également être traité par ce système.

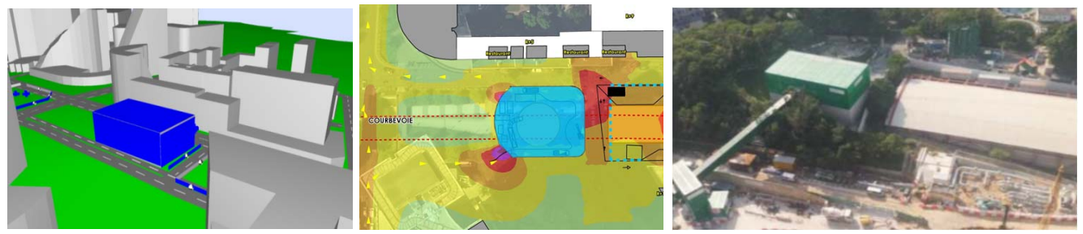
Exemples d'écrans de chantier (bâches ou palissades) permettant la réduction des nuisances sonores aux abords du chantier

On pourra également envisager, dans certains cas, la mise en œuvre d'un mur végétalisé (structure en acier galvanisé et comblée avec la terre disponible sur site) de type Naturawall d'International Trade ou équivalent.

Le capotage des groupes électrogènes et autres engins, à l'aide de tôle d'acier doublée d'un matériau absorbant, peut également être utilisé. Ces capotages permettent de réduire considérablement les niveaux de bruits émis dans l'environnement. Un exemple de capotage d'un groupe électrogène est présenté ci-après (travaux du métro de Rennes).

Exemples de capotage de groupe électrogènes

Des halls insonorisés en tôle couplée avec de la laine minérale du côté intérieur peuvent être mis en place au-dessus des puits pour limiter au maximum des impacts acoustiques. Ces types de protection sonores sont très performants et limitent des nuisances chez les riverains. Il faut bien veiller à ce que les portes restent fermées au maximum (en particulier la nuit pour les activités fonctionnant en 24h/24 tel que le transit de voussoir et l'extraction des boues de marinage) et mettre en place des pièges à son en sortie des prises et rejets d'air des systèmes de ventilations. Des exemples de halls insonorisés sont présentés ci-après.



Exemples de hall insonorisé (modélisé en bleu et sur site)

L'ensemble des locaux et équipements techniques ventilés doivent avoir un système d'atténuation du bruit pour les prises et rejets d'air (piège à son). Leur dimensionnement sera effectué par l'entreprise. Des exemples de pièges à son sont proposés ci-après.

Exemples de pièges à son en sortie d'équipement techniques

Des propositions de réductions de bruit pourront aussi être adoptées. Par exemple pour la réalisation des puits ou des gares, des bâches acoustiques pourraient être accrochées sur les butons des puits afin de constituer un damier phonique. Ce type de solutions permet de confiner le bruit à l'intérieur du puits et de limiter la propagation du bruit dans l'environnement. Ce principe de solution est illustré ci-dessous (bâches acoustiques en blanc).

Exemples de solution innovante – damier phonique constitué de bâches acoustiques sur butons

19.3.5.4. Monitoring acoustique

Afin de contrôler le bon fonctionnement des matériels de chantier et l'efficacité des dispositions mises en œuvre pour réduire les nuisances sonores, des mesures acoustiques continues pourront être mise en place. Pour cela, des systèmes de surveillance du niveau de bruit ambiant (monitoring) seront implantés sur les chantiers qualifiés de sensibles.

Les informations de mesures seront diffusées à destination des équipes travaux, de la Maitrise d'Œuvre, de la Maitrise d'Ouvrage et des voisins présentant les données en temps réel et l'état des alertes. Des alertes seront déclenchées si le niveau mesuré atteint ou dépasse les seuils d'émergences acoustique et vibratoire définis préalablement.

19.3.6. Conclusion sur les impacts sonores en phase chantier

Si les impacts sonores induits par le creusement du tunnel sont négligeables grâce à la méthode de réalisation retenue (tunnelier), les impacts sonores attendus au niveau des bases chantier sont, hors exception, forts, en raison d'une urbanisation dense et de la proximité des riverains ou de bâtiments sensibles. Seuls quelques sites localisés dans des zones industrielles ou dans un environnement de bureaux présentent des impacts faibles à nuls.

Même s'il n'est pas possible de supprimer totalement les nuisances sonores liées aux chantiers, les mesures de réduction et de suivi prises pour limiter et prévenir les nuisances sonores permettront de réduire les impacts de manière significative. La phase chantier reste par ailleurs une phase temporaire, limitée aux horaires de chantier, l'objectif étant ensuite d'éviter les nuisances en phase exploitation.

19.4. Impacts et mesures du projet en phase exploitation concernant l'environnement sonore

19.4.1. Description des émergences

19.4.1.1. Gares

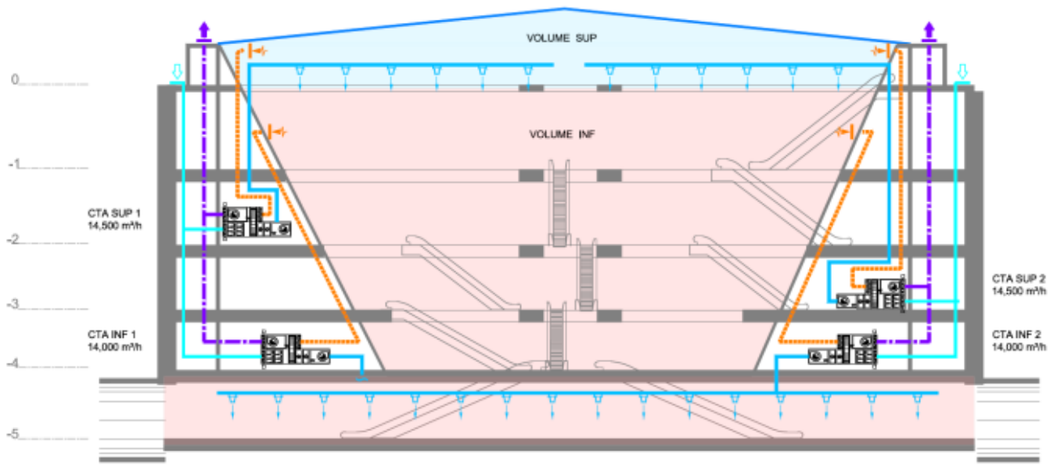
Fonctions techniques des gares

Les nuisances sonores des gares proviendront essentiellement des prises et rejets d'air des divers équipements et locaux techniques :

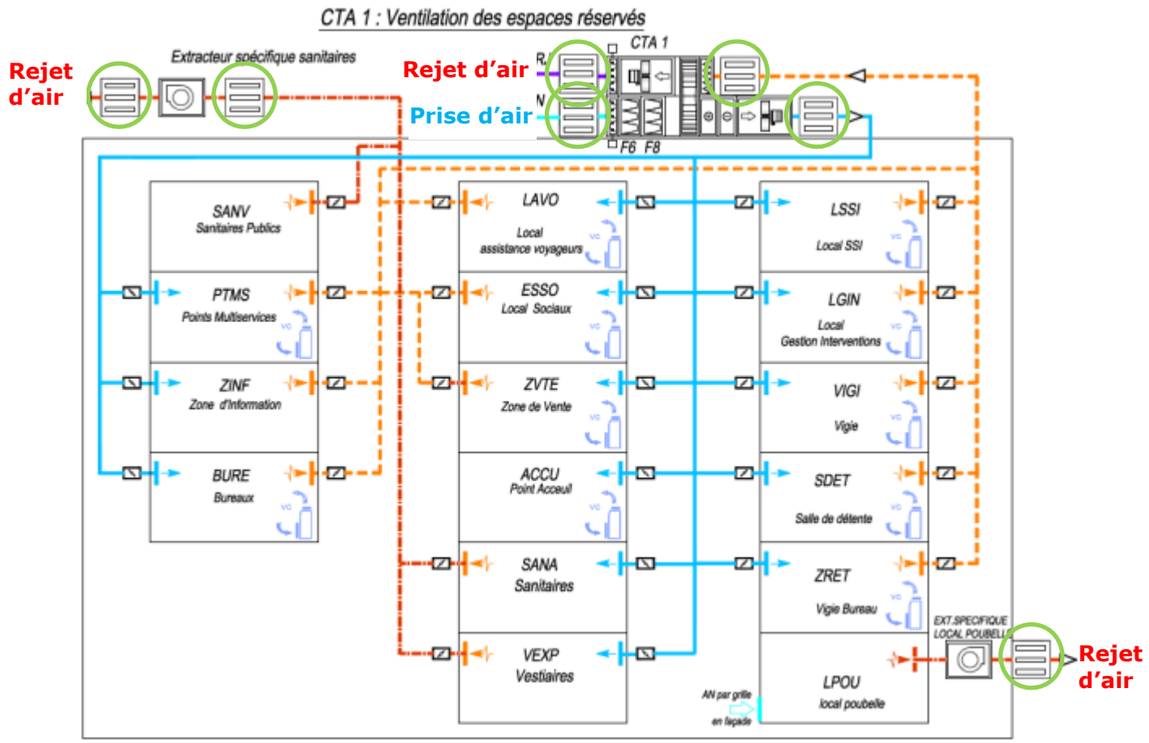
- Des groupes de ventilation/désenfumage (CTA) et d'extracteurs (EXT) qui permettent la bonne ventilation de la gare, des locaux techniques et des quais ainsi que le désenfumage de l'infrastructure en cas d'incendie ;
- Des équipements frigorifiques de type aéroréfrigérants et de chaudières pour la production d'eau chaude et de chauffage ;
- Des postes de redressement qui servent à la gestion électrique de l'ouvrage et comportent des postes haute tension, des transformateurs, etc. ;
- Du poste Énergie Force, qui est le poste de commande énergétique de la gare.

Implantation des pièges à son

Tous les équipements techniques sont situés à l'intérieur de la gare (en général dans les niveaux inférieurs). A ce stade des études il a été prévu la mise en place systématique de pièges à son pour toutes les prises et rejets d'air. Les figures suivantes présentent la gare de Sevran Beaudottes et ses réseaux techniques, avec les emplacements prévisionnels des pièges à son (repérés en vert).



Coupe transversale de la gare de Sevran-Beaudottes



Synoptique du réseau de CTA des espaces réservés de la gare de Sevran-Beaudottes et emplacement prévisionnels des pièges à son (en vert)

19.4.1.2. Ouvrages annexes

La réalisation des ouvrages d'inter-gares, essentiellement des puits, résulte de l'application de l'arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes.

Deux familles de puits sont à mettre en exergue :

- Les puits ayant fonction d'accès de secours et d'ouvrage de ventilation (article 7 de l'arrêté : « L'implantation des ouvrages du système de ventilation doit permettre de protéger des fumées les stations encadrant le tunnel et tout point situé à plus de 800 mètres de l'origine des fumées ») ;
- Les puits dédiés à l'accès des secours (article 8.1 de l'arrêté : « La distance entre deux accès ne peut être supérieure à 800 mètres »).

Les 800 m correspondent, suivant les cas, à la distance entre les 2 axes des portes des sas des puits ou entre l'axe de la porte du puits et le quai de la gare.

Les besoins fonctionnels couverts par le système ventilation de la ligne sont :

- Fonction désenfumage : permettre un désenfumage efficace du tunnel en cas d'incendie ;
- Fonction décompression : limiter les effets de pression lors de la circulation des trains ;
- Fonction confort thermique et hygiénique : dans le tunnel maintenir des conditions de température acceptables et compatibles avec le bon fonctionnement des équipements qui y sont installés et assurer le renouvellement de l'air pour la respiration des usagers.

Compte tenu des 3 fonctions assurées par le système de ventilation en ligne, les règles suivantes doivent être appliquées pour positionner les ouvrages de ventilation :

- Distance maximale de 1 600 m entre 2 ouvrages de ventilation (fonction désenfumage) ;
- Si une gare ne présente pas d'ouvrage de ventilation de la ligne à son tympan, le premier ouvrage en tunnel est situé au maximum à 800 m du tympan (fonction désenfumage) ;
- Des ouvrages de décompression sont installés dans chaque gare, et dans la mesure du possible à chaque tympan (fonction décompression) ;
- Au moins un puits de ventilation est nécessaire dans chaque inter-gare (ventilation de confort thermique et hygiénique).

Des pièges à son seront posés dans tous les puits car il a été considéré que la ventilation de désenfumage servirait aussi à renouveler l'air du tunnel en phase exploitation.

L'implantation des puits tient compte du profil en long du tracé afin d'assurer également le rôle de poste d'évacuation des eaux d'exhaure, en point bas du tunnel.

Les puits peuvent être de section circulaire ou rectangulaire, avec ou sans rameau (puits centré sur le tunnel). L'emprise en surface ainsi que la nature des terrains susceptibles d'être rencontrés orientera le choix du type de section à retenir. L'intégration des édicules ou des grilles de ventilation en surface doivent également faire l'objet d'une attention particulière (présence des grilles de ventilation à plus de 8 m des façades). Il en est de même pour les emprises de chantier, les accès à ces emprises et les accès définitifs pour les secours.

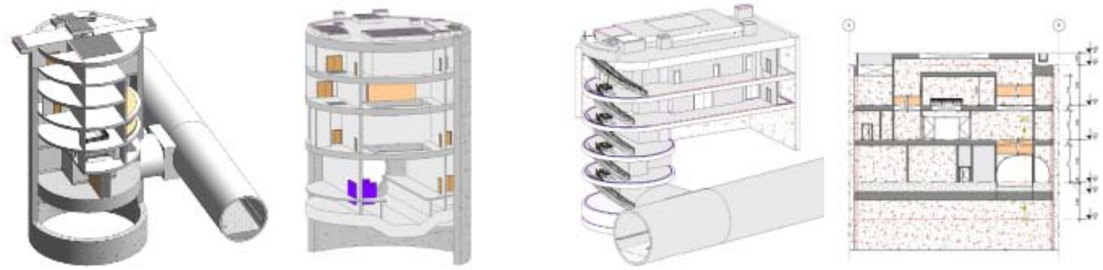
Fonctionnalité des puits

Il existe dans la conception du projet AVPb quatre « grands » types de puits de ventilation différents de par leur fonction et leur géométrie, susceptibles d'engendrer des nuisances acoustiques dans l'environnement. Ces puits sont les suivants :

- Puits type 5 - puits de ventilation, circulaires et décentrés ;
- Puits type 6 - puits de ventilation, circulaires et centrés ;
- Puits type 7 - puits de ventilation, circulaires avec boite en surface et décentrés ;
- Puits type 8 - puits de ventilation, rectangulaires toute hauteur et décentrés.

Il existe aussi des puits de secours, mais n'ayant pas de fonction de ventilation. Ils n'engendrent pas de nuisance sonore pour les riverains. Ces derniers sont donc peut impactant en phase exploitation.

Les géométries de ces quatre type de puits sont présents ci-après.



Type 5
Puits 0502P

Type 6
Puits 0401P

Type 7
Puits OA342

Type 8
Puits 0301P

Géométrie des ouvrages annexes

Implantation prévisionnelle des pièges à son

Les puits de ventilation assurent la fonction de renouvellement d'air, de désenfumage et de décompression. La circulation de l'air se fait soit naturellement soit de façon mécanisée via un ou plusieurs ventilateurs. Ces ventilateurs sont de grande dimension et génèrent beaucoup de bruit une fois en fonctionnement. Il est prévu de mettre en place des pièges à sons pour tous les puits (y compris ceux dont la seule fonction est la décompression) pour limiter les nuisances sonores dans l'environnement.

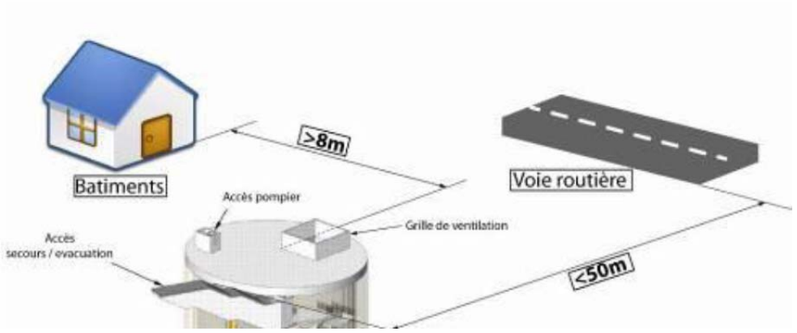
Les figures suivantes présentent le puits 0401P avec les emplacements prévus des pièges à sons (repérés en orange). Ils sont au nombre de 3, et permettent de limiter le bruit en provenant du passage des métros en sous-sol, mais surtout le bruit des ventilateurs (repérés en bleu).

Localisation des pièges à son (en orange) dans les puits – exemple du puits OA0401P

19.4.1.3. Contraintes d'implantation

La réalisation d'un puits ou d'une gare ont des impacts forts en surface. Pour minimiser ces impacts, leur implantation doit tenir compte des contraintes environnementales identifiées. Il s'agit notamment de prendre en compte les contraintes réseaux, la structure du réseau viaire et l'aménagement en surface.

Selon la réglementation, le puits doit être situé à moins de 50 m d'une voie routière (en cas des puits de secours et de ventilation) et **la grille de ventilation doit être située à plus de 8 m des ouvertures du bâti**.



Principe de l'accessibilité aux ouvrages annexes

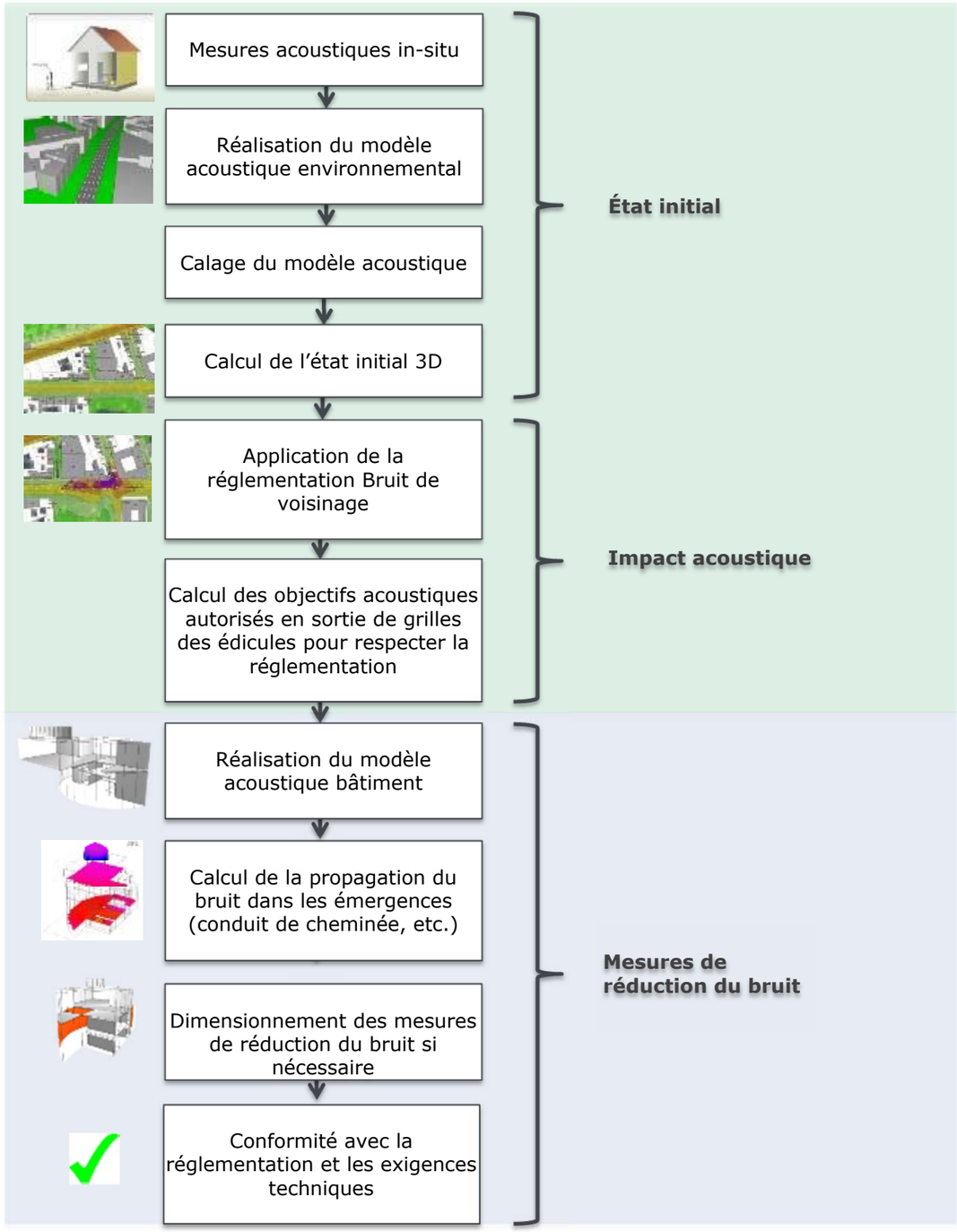
Cette distance de 8m est importante dans la méthodologie appliquée aux études acoustiques. En effet, elle permet de déterminer le terme correctif à appliquer aux objectifs correspondant à cette distance (voir paragraphes suivants).

19.4.2. Méthodologie d'évaluation des impacts

19.4.2.1. Méthodologie générale des études acoustiques

A ce stade, les études relatives aux équipements techniques ne sont pas définitives et sont donc susceptibles d'évoluer. Il n'est donc pas possible de dimensionner des mesures de réduction du bruit détaillées pour l'étude d'impact acoustique. En effet, pour certains ouvrages (puits ou gares), les systèmes de ventilation ou d'équipement sont susceptibles d'être supprimés, créés ou modifiés au cours de la phase projet, ce qui rendrait caduque d'étude d'impact et ses résultats.

Afin de respecter la réglementation sur les bruit de voisinage et de réaliser une étude d'impact conforme à la réglementation, il est préconisé des niveaux de bruit à ne pas dépasser en sortie des grilles de ventilation. Ces niveaux de bruit sont des objectifs, conforment aux émergences acoustiques autorisées, que la maitrise d'œuvre devra respecter. Un dimensionnement des pièges à son pour les puits de ventilations ainsi que les prises et rejets d'air des gares sera alors à réaliser au cours des études en phase projet.



Méthodologie d'évaluation des impacts

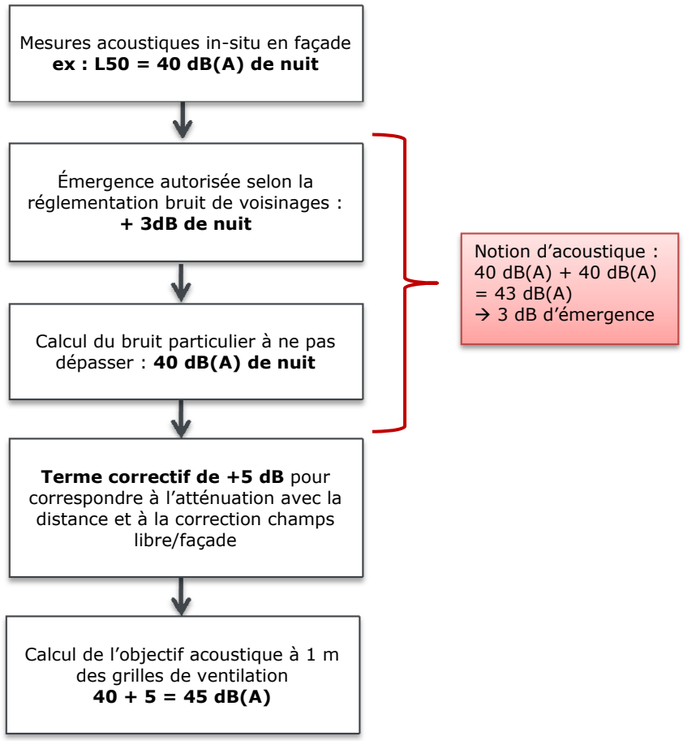
19.4.2.2. Objectifs acoustiques des équipements techniques

Le dimensionnement des mesures de réduction du bruit (essentiellement des pièges à son) devra se conformer :

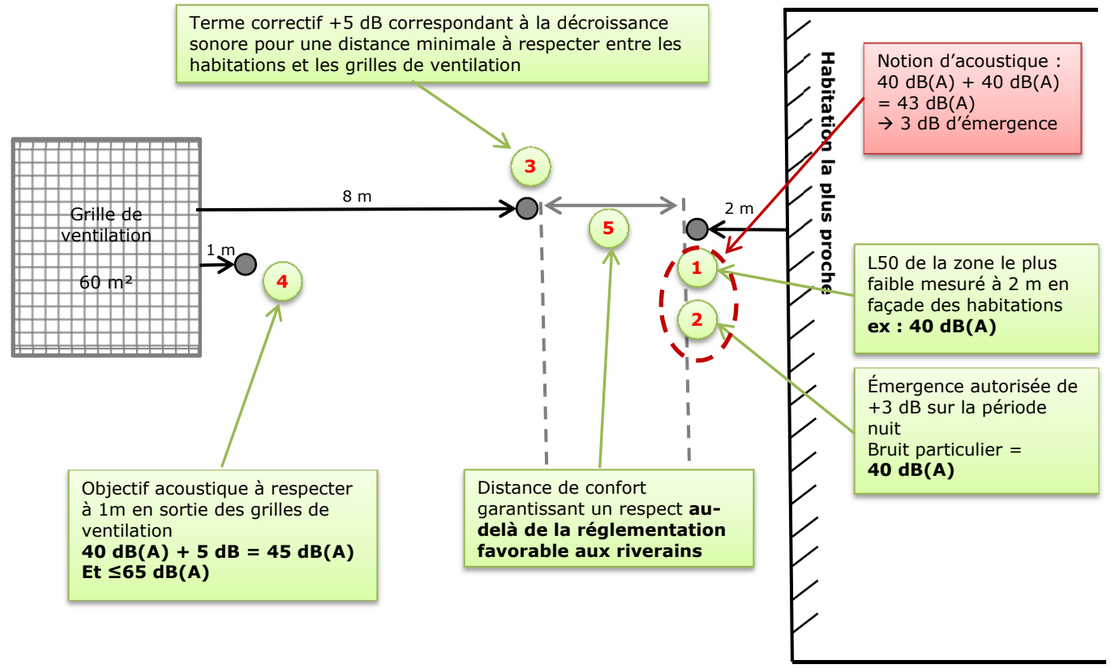
- au niveau de bruit mesuré à l'état initial le plus faible pour un même site ;
- au L50 pour les périodes jour et nuit ;
- aux équipements techniques en fonctionnement en simultané ;
- en fonctionnement désenfumage.

Tous ces points sont favorables aux riverains et permettront de garantir le respect de la réglementation bruit de voisinage. Enfin, pour garantir un niveau de bruit aux piétons, **le niveau de bruit à 1m des grilles de ventilations ne devra pas dépasser 65 dB(A) de jour comme de nuit**.

Les figures suivantes présentent la méthodologie de calcul des objectifs acoustiques en sortie de grille de ventilation sous forme de logigramme et de schéma. À noter que le terme correctif de +5dB correspond à l'atténuation acoustique pour une distance de 8m (correspondant à la distance minimale entre une grille de ventilation et les ouvertures des bâtiments voisins (+ 8dB)) auquel s'ajoute un terme correctif correspondant à la correction (-3dB).



Calcul des objectifs acoustiques à 1 m des grilles de ventilation - logigramme



Calcul des objectifs acoustiques à 1 m des grilles de ventilation - schéma

Une fiche résultats par site (puits ou gare) présente les objectifs à respecter et est fournie dans l'étude spécifique acoustique en annexe du dossier.

Les objectifs acoustiques fixés dans ces fiches résultats sont très contraignants et vont au-delà de la réglementation bruit de voisinage.

Si certains dimensionnements des pièges à son en phase projet de maitrise d'œuvre s'avéraient difficiles à atteindre, ces objectifs pourraient être révisés au cas par cas mais devront à minima respecter la réglementation Bruit de voisinage.

Une note de calcul devra alors être produite pour démontrer l'efficacité des mesures de réduction du bruit et la conformité à la réglementation.

19.4.3. Analyse des impacts acoustiques

Les modèles CadnaA de l'état initial sont repris et intègrent les objectifs acoustiques à respecter. C'est-à-dire que les niveaux acoustiques maximum autorisés en sortie des édicules des puits ou des rejets d'air pour les gares sont modélisés (CVC et ventilation). Pour les gares en particulier, toutes les sources de bruit futures ne peuvent pas être intégrées car les plans ne sont pas figés et certains équipements techniques peuvent encore être modifiés.

Une cartographie calculée à 5 m de hauteur est réalisée. Elle permet de visualiser l'impact acoustique des émergences vis-à-vis des bâtis riverains.

Un exemple de cartographie résultat est donné ci-après. Il s'agit d'une étude d'impact faisant référence à la réglementation bruit de voisinage.

Exemple de sortants cartographiques résultats présentant l'impact acoustique d'une émergence

Les cartes résultats sont présentées pour l'ensemble des sites dans l'étude spécifique acoustique en annexe du dossier pour les périodes jour et nuit.

Il est à noter que les isophones font apparaitre des niveaux sonores faibles car les objectifs acoustiques en sortie de grille sont contraignants. Il est donc normal et justifié que les impacts acoustiques sont faibles, ce qui va dans les sens de la réglementation et du confort acoustique des riverains vis-à-vis du projet.

19.4.4. Effets cumulés

Les modélisations acoustiques sont reprises en intégrant toutes les sources de bruits :

- Routiers et ferroviaires existantes (en LAeq jour et nuit) ;
- Grilles des ouvrages annexes (ventilation et CVC).

Une cartographie calculée à 5 m de hauteur est réalisée. Elle permet de visualiser l'impact acoustique des émergences vis-à-vis des bâtis riverains.

Un exemple de cartographie résultat est donné ci-après.

Exemple de sortants cartographiques résultats présentant les effets cumulés acoustiques au niveau d'une émergence

Les cartes résultats sont présentées pour l'ensemble des sites dans l'étude spécifique acoustique en annexe du dossier pour les périodes jour et nuit.

Les impacts acoustiques du projet étant faibles, il est tout à fait normal que les effets cumulés ne fassent pas ou peu apparaitre d'émergence acoustique au niveau des grilles de ventilation. C'est donc la confirmation que les objectifs acoustiques en sortie de grille sont corrects, et que le projet ne viendra pas rajouter de nuisances sonores supplémentaires par rapport à la situation actuelle.

19.4.5. Mesures en phase exploitation

19.4.5.1. Gares

Les émissions sonores des gares étant principalement liées au fonctionnement des équipements techniques des gares, les mesures prévues afin de respecter les émergences réglementaires sont de deux ordres :

- Conception des locaux techniques et leur localisation dans les gares. Ces derniers seront insonorisés et installés préférentiellement en souterrain et non au niveau des émergences des gares limitant ainsi le bruit en surface.

- La mise en place de pièges à son sur les équipements de ventilation. En effet ces derniers nécessitent d'avoir un exutoire en surface afin de permettre le renouvellement de l'air des boîtes des gares. Des pièges à son seront ainsi disposés au niveau des rejets des systèmes de ventilation en surface afin de respecter les émergences réglementaires.

La définition et le dimensionnement des différents dispositifs de réduction des nuisances sonores seront effectués en phase PRO.

Exemples de pièges à son en sortie de rejet d'air

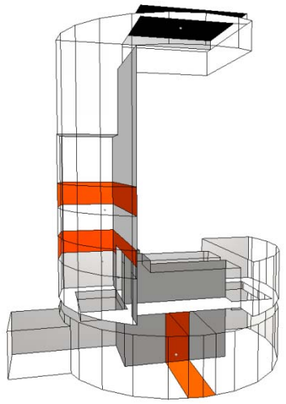
19.4.5.2. Ouvrages annexes

Les nuisances sonores au niveau des ouvrages annexes sont dues au fonctionnement des systèmes de ventilation des ouvrages. Deux types de mesures seront mises en place afin de limiter au maximum les émissions sonores en surface. Ces mesures de réduction du bruit doivent se conformer aux objectifs acoustiques précédemment déterminés en sortie de grille de ventilation. La réglementation bruit de voisinage sera alors respectée et les nuisances acoustiques en exploitation sera maitrisée.

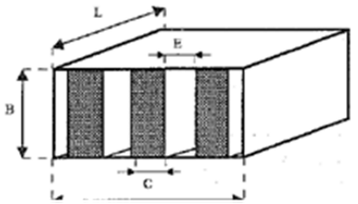
- La mise en œuvre d'un piège à son au sein de l'ouvrage annexe

Un piège à son permet d'atténuer de manière efficace le bruit en sortie d'édicule. Son emplacement est à définir en fonction des caractéristiques acoustiques, mais aussi en fonction des données de ventilation et de génie civil.

Il est à étudier au cas par cas. Un exemple de piège à son est proposé ci-après.



Localisation prévisionnelle des pièges à son dans un puits (orange)



Caractéristiques du piège à son, Source Egis

Les caractéristiques du piège à son sont les suivantes :

- Longueur ;
- Largeur ;
- Débit ;
- Épaisseur des baffles ;
- Épaisseur des voies d'air ;
- Taux de perforation.

La définition et le dimensionnement des différents dispositifs de réduction des nuisances sonores seront effectués en phase PRO. Deux à trois pièges à son sont prévus pour chaque ventilation et permettent d'atténuer les bruits d'une part de la circulation des métros en sous-terrain, et d'autre part les bruits des ventilateurs.

L'atténuation du piège à son et le niveau de bruit régénéré seront fournis tel que présentés dans le tableau ci-après.

Fréquence [Hz]	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
Atténuation [dB]	3	8	20	35	40	35	20
Lw régénéré [dB]	52	46	44	42	41	40	37

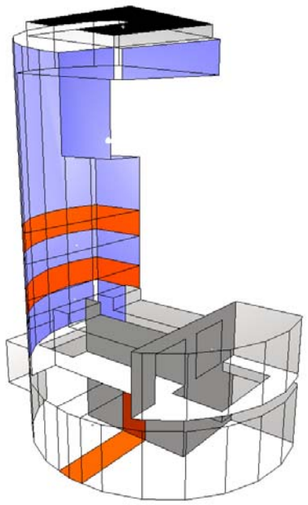
Exemple de spectre acoustique d'un piège à son, Source Egis

L'objectif est de piéger les sons à l'intérieur des puits d'accès secours et ventilation grâce à ces dispositifs qui permettent d'atténuer de manière significative (de 3 à 40 dB(A) les bruits émis par les systèmes de ventilation.

- Le traitement des parois

Si l'atténuation du bruit par piège à son n'est pas suffisante pour respecter les seuils réglementaires, un traitement des parois à l'intérieur de l'émergence est possible. Ce traitement consiste à mettre en place des matériaux absorbants sur les parois verticales de l'émergence. Ce traitement ne peut pas se substituer à un traitement par piège à son : son efficacité est moindre, il est plus complexe à mettre en œuvre. Cette solution ne peut être que complémentaire.

Un exemple de traitement des parois est proposé ci-après. Ce traitement permet de gagner de 3 à 5 dB(A) de manière complémentaire aux pièges à son déjà préconisés. Le choix et le dimensionnement des différents dispositifs de réduction des nuisances sonores seront effectués en phase PRO.



Exemple de mise en œuvre de matériaux absorbant sur les parois verticales de l'émergence (parois en violet)

Une préconisation est définie par un type de matériaux avec ses propriétés acoustiques minimales à respecter, tel que donné en exemple ci-après.

Fréquence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	αw
Coefficient d'absorption [-]	0.50	0.90	0.90	0.80	0.70	0.80	0.80 (L)

Exemple de spectre acoustique d'un traitement acoustique des parois

Exemple de matériaux de traitement des parois verticales

19.4.6. Conclusion sur les impacts sonores en phase d'exploitation

En conclusion, l'impact sonore relatif à la circulation du métro des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord est considéré comme négligeable dans la mesure où la ligne est souterraine sur la totalité du tracé et que les ouvrages annexes seront équipés de silencieux permettant de limiter l'émission de bruit dans l'environnement immédiat, dans le respect des émergences réglementaires.

Les principaux impacts, qui sont engendrés par l'ensemble des équipements techniques et de ventilation des gares et des ouvrages annexes, seront réduits grâce à la mise en place de dispositifs anti-bruit, les pièges à son ou les revêtements absorbants, dimensionnés spécifiquement pour chaque ouvrage. Ces dispositifs limiteront fortement les nuisances sonores au niveau des émergences du projet lors de son exploitation et par conséquent les impacts directs au droit des différents ouvrages seront faibles à négligeables.

Une campagne de mesures sera réalisée au début de l'exploitation, de manière à s'assurer qu'il n'y a pas de dépassements des valeurs réglementaires.

Les impacts indirects induits par la présence des gares (circulation routière, fréquentation piétonne en hausse) restent très limités eu égard au contexte d'implantation des gares dans des tissus urbains denses et déjà très fréquentés. Ces impacts seront donc faibles et limités spatialement aux abords immédiats de la gare et de son parvis.

19.5. Synthèse des impacts acoustiques

Une fiche est réalisée par ouvrage annexe et par gare et présentent le rappel des enjeux et des objectifs de chaque site en état initial ainsi que les impacts en phase travaux et en phase exploitation.

Pour chaque fiche, une cartographie permet de situer l'ouvrage et la zone travaux associées, rappelle les résultats des mesures acoustiques réalisées, et donne le détail des impacts et des mesures associées pour limiter les bruits dans l'environnement. Un exemple de fiche est présenté ci-après. Toutes les fiches sont données dans l'étude spécifique acoustique en annexe du dossier.

OUVRAGE N°3300P

Puits de ventilation – Entonnement – Saint-Ouen

État initial Sensibilité Forte

Point de mesure	LAeq [dBA]		L50 [dBA]	
	Jour 7h-22h	Nuit 22h-7h	Jour 7h-22h	Nuit 22h-7h
PF1	54.5	49	51.5	44
PF2	54.5	45.5	49.5	42.5

Objectifs calcul bruit particulier

Les objectifs sont considérés identiques pour un même secteur lorsqu'il y a plusieurs points de mesures sur le site. Le L50 le plus faible dans la zone est considéré, et est donc favorable aux riverains. On considère que les bâtiments les plus proches sont situés à une distance minimale de 8m ce qui correspond à un terme correctif de +5 dB autorisé en sortie de grille de ventilation.

Bruit résiduel retenu [dBA]		Émergence autorisée [dBA]		Objectif acoustique à 1m [dBA]	
Jour 7h - 22h	Nuit 22h-7h	Jour 7h - 22h	Nuit 22h-7h	Jour 7h - 22h	Nuit 22h-7h
49.5	42.5	5	3	57.5	**47.5**

Description

L'ouvrage 3300P est un entonnement commun aux lignes 15 et 16/L17, permettant le raccordement entre ces différentes lignes et la ventilation du tunnel. Il est situé à environ 800 mètres de la gare de Saint-Denis Pleyel et à environ 500 mètres du puits 3220P, sur la commune de Saint-Ouen. L'emprise des travaux est prévue pour permettre le démontage successif de 2 tunneliers, celui de la ligne 15 et celui de la ligne 16/17. Elle est située dans une zone très peu bruyante, dans un secteur d'habitats collectifs, de bureaux et de bâtiments d'enseignement.

Phase chantier Impact Très Forts

- Impacts

Des logements collectifs sont situés à moins de 10 mètres à l'Ouest de l'emprise des travaux. Ils constituent une zone particulièrement sensible, puisqu'ils ne sont exposés à aucune infrastructure routière bruyante. Des bureaux ainsi que le lycée Marcel Cachin se trouvent également à moins de 10 mètres au Sud et au Sud-Ouest de cette emprise.

- Mesures

Afin de prendre en compte et de limiter les nuisances acoustiques générées par le chantier, un certain nombre d'actions devront être menées. En plus des actions générales (information et communication avec les riverains, choix et utilisation d'engins et de matériels de chantier adaptés, organisation du chantier, etc.), des actions spécifiques seront mises en place telles que l'installation de **bâches acoustiques autour des emprises chantier, de capotages pour les équipements les plus bruyants, etc…**

Phase exploitation Impact avant mesures Forts
Impact après mesures Faibles

- Impacts

Les émissions de bruit proviennent des ventilateurs en fonctionnement (avec essais de désenfumage) ainsi que du passage des trains dont le bruit peut remonter dans le puits. Sans mise en place de mesures de réduction du bruit, de tels puits peuvent générer de 100 à 120 dB(A) en sortie.

- Mesures

Afin de réduire l'impact acoustique sur le voisinage, des **silencieux seront dimensionnés**, et des matériaux absorbants pourront être installés, en compléments, sur les parois verticales du puits. **Les émergences acoustiques de la réglementation bruit de voisinage doivent être respectées**.

19.6. Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant l'environnement sonore

Les impacts en phase chantier et en phase exploitation sont répertoriés dans les tableaux suivants.

La période jour correspond à l'intervalle 7h-22h et la période nuit à l'intervalle 22h-7h.

19.6.1. Gares

Les impacts acoustiques en chantier et exploitation avec et sans mesures de réduction du bruit sont présentés dans le tableau ci-dessous pour les gares. Les objectifs acoustiques pour l'exploitation correspondent aux niveaux sonores à respecter en sortie des grilles de ventilation pour être conforme à la règlementation bruit de voisinage.

Gare	Sensibilité	Phase chantier		Phase exploitation			
		Impacts sonores	Mesures	Impact avant mesures	Mesures	Objectifs de niveau sonore à 1 m des grilles de ventilation	Impact après mesures
Chelles	Forte	Forts	Mise en œuvre des mesures générales retenues pour les chantiers du projet	Forts	Mise en œuvre de dispositifs de réduction des nuisances sonores (type piège à son)	Jour : 57.5 dB(A) Nuit : 43.5 dB(A)	Faible à négligeable
Clichy - Montfermeil	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 62.5 dB(A) Nuit : 51 dB(A)	Faible à négligeable
Sevran - Livry	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 57.5 dB(A) Nuit : 43.5 dB(A)	Faible à négligeable
Sevran - Beaudottes	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 62.5 dB(A) Nuit : 53.5 dB(A)	Faible à négligeable
Aulnay	Forte	Forts		Forts		Jour : 57.5 dB(A) Nuit : 49 dB(A)	Faible à négligeable
Le Blanc - Mesnil	Forte	Forts		Forts		Jour : 65 dB(A) Nuit : 56 dB(A)	Faible à négligeable
Le Bourget RER	Modérée	Modérés		Forts		Jour : 65 dB(A) Nuit : 54 dB(A)	Faible à négligeable
La Courneuve « 'Six Routes »	Modérée	Forts		Forts		Jour : 65 dB(A) Nuit : 55 dB(A)	Faible à négligeable
Saint-Denis Pleyel	Modérée	Forts		Forts		Jour : 64.5 dB(A) Nuit : 52.5 dB(A)	Faible à négligeable

19.6.2. Ouvrages annexes

Les impacts acoustiques en chantier et exploitation avec et sans mesures de réduction du bruit sont présentés dans le tableau ci-dessous pour les ouvrages annexes. Les objectifs acoustiques pour l'exploitation correspondent aux niveaux sonores à respecter en sortie des grilles de ventilation pour être conforme à la règlementation bruit de voisinage.

Ouvrage	Sensibilité	Phase chantier		Phase exploitation			
		Impacts sonores	Mesures	Impact avant mesures	Mesures	Objectifs de niveau sonore à 1 m des grilles de ventilation	Impact après mesures
0704P	Forte	Forts	Mise en œuvre des mesures générales retenues pour les chantiers du projet	Forts	Mise en œuvre de dispositifs de réduction des nuisances sonores (type piège à son)	Jour : 61 dB(A) Nuit : 51.5 dB(A)	Faibles
0703P	Forte	Très Forts		Faibles		Jour : 56 dB(A) Nuit : 44.5 dB(A)	Faibles
0702P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 61.5 dB(A) Nuit : 49.5 dB(A)	Faibles
0701P	Forte	Très Forts		Faibles		Jour : 52.5 dB(A) Nuit : 43.5 dB(A)	Faibles
0605P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 51 dB(A) Nuit : 39.5 dB(A)	Faibles
0604P	Forte	Très Forts		Faibles		Jour : 57.5 dB(A) Nuit : 44 dB(A)	Faibles
0603P	Forte	Forts		Forts		Jour : 55.5 dB(A) Nuit : 50.5 dB(A)	Faibles
0602P	Forte	Très Forts		Faibles		Jour : 49 dB(A) Nuit : 44 dB(A)	Faibles
0601P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 60.5 dB(A) Nuit : 47 dB(A)	Faibles
0504P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 65 dB(A) Nuit : 48.5 dB(A)	Faibles
0503P	Forte	Très Forts		Faibles		Jour : 57.5 dB(A) Nuit : 47 dB(A)	Faibles
0502P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 53.5 dB(A) Nuit : 42.5 dB(A)	Faibles
0501P	Forte	Très Forts		Faibles		Jour : 55.5 dB(A) Nuit : 42.5 dB(A)	Faibles
0401P	Forte	Forts		Forts		Jour : 52 dB(A) Nuit : 43.5 dB(A)	Faibles
0303P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 59 dB(A) Nuit : 51.5 dB(A)	Faibles
0302P	Forte	Forts		Faibles		Jour : 60 dB(A) Nuit : 53.5 dB(A)	Faibles
0301P	Modérée	Très Forts		Forts		Jour : 65 dB(A) Nuit : 55 dB(A)	Faibles

Ouvrage	Sensibilité	Phase chantier		Phase exploitation			
		Impacts sonores	Mesures	Impact avant mesures	Mesures	Objectifs de niveau sonore à 1 m des grilles de ventilation	Impact après mesures
0202P	Nulle	Nuls	Mise en œuvre des mesures générales retenues pour les chantiers du projet	Nuls	Mise en œuvre de dispositifs de réduction des nuisances sonores (type piège à son)	Jour : 65 dB(A)	Faibles
0210P	Nulle	Nuls		Nuls		Jour : 65 dB(A)	Faibles
0220P	Nulle	Nuls		Nuls		Jour : 65 dB(A)	Faibles
0201P	Nulle	Nuls		Nuls		Jour : 65 dB(A)	Faibles
0104P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 56 dB(A) Nuit : 47.5 dB(A)	Faibles
0103P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 54 dB(A) Nuit : 49.5 dB(A)	Faibles
0102P	Nulle	Nuls		Nuls		Jour : 55 dB(A) Nuit : 52 dB(A)	Faibles
3406P/ 0101P	Modéré	Forts		Forts		Jour : 54 dB(A) Nuit : 46.5 dB(A)	Faibles
0100P/ 3401P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 60.5 dB(A) Nuit : 51 dB(A)	Faibles
3403P	Nulle	Nuls		Nuls		Jour : 65 dB(A)	Faibles
3402P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 62.5 dB(A) Nuit : 50.5 dB(A)	Faibles
3401P	Forte	Très Forts		Faibles		Jour : 62.5 dB(A) Nuit : 55.5 dB(A)	Faibles
3304P	Forte	Modérés		Forts		Jour : 65 dB(A) Nuit : 63.5 dB(A)	Faibles
3303P	Modérée	Forts		Faibles		Jour : 65 dB(A) Nuit : 63.5 dB(A)	Faibles
3302P	Modérée	Modérés		Forts		Jour : 65 dB(A) Nuit : 56 dB(A)	Faibles
3301P	Modérée	Forts		Faibles		Jour : 65 dB(A) Nuit : 54.5 dB(A)	Faibles
6301P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 63 dB(A) Nuit : 52.5 dB(A)	Faibles
3300P	Forte	Très Forts		Forts		Jour : 57.5 dB(A) Nuit : 47.5 dB(A)	Faibles

19.6.3. Synthèse des mesures acoustiques

19.6.3.1. Phase chantier

Les mesures prévues en phase chantier sont les suivantes :

- L'information et les relations avec les riverains ;
- Le choix et l'utilisation des engins et matériels de chantier ;
- L'homologation des engins de chantier ;
- L'organisation du chantier et le traitement sonore de ses installations ;
- La sensibilisation du personnel ;
- Le contrôle des niveaux sonores en cours de chantier ;
- La mise en place de mesures d'atténuation au niveau des habitations impactées telles que des palissades anti-bruit.

Il s'agit de palissades acoustiques, baffles, palissades acoustiques ou encore le capotage des engins bruyants. Ces mesures seront appliquées en fonction des spécificités de chaque chantier et des caractéristiques du milieu environnant.

19.6.3.2. Phase exploitation

Les mesures en phase exploitation sont concentrées sur les équipements techniques et de ventilation qui seront la source principale d'émissions sonores. Les solutions retenues sont les suivantes pour les gares comme pour les ouvrages annexes :

- Mise en place de pièges à son ;
- Revêtement des parois verticales des ouvrages avec des matériaux absorbants.

20. Vibrations

20.1. Généralités et gestion du risque d'impact en terme de bruits et vibrations

20.1.1. Phénomène vibratoire et généralités concernant les impacts bruits et vibrations

Les ondes vibratoires se transmettent à travers le sol jusqu'à l'intérieur des bâtiments, ce qui peut générer un bruit de grondement appelé bruit solidien (bruit généré par la vibration des structures du bâtiment, par opposition au bruit aérien qui se transmet par les ouvertures du bâtiment).

Cette étude traite des bruits et vibrations générés par le projet en phase chantier (travaux de construction du projet) et en phase exploitation (circulation des rames).

- Pour la phase chantier, l'étude indique les impacts potentiels des opérations de construction au voisinage des chantiers et les moyens de limiter les nuisances liées aux bruits et vibrations.

- Pour la phase exploitation, l'étude indique le niveau d'exposition des personnes au bruit et aux vibrations générés à l'intérieur des bâtiments au passage d'une rame. Le risque d'apparition d'une gêne liée aux vibrations est évalué par le calcul, en prenant en compte le bruit de grondement (bruit solidien) et la perception tactile des vibrations.

En phase chantier, la mise en œuvre de techniques de construction et de matériels moins bruyants permet de réduire l'impact des bruits et vibrations sur le voisinage.

En phase exploitation, une conception adaptée de la pose de voie du métro permet de maîtriser l'impact des bruits et vibrations sur le voisinage en réduisant les vibrations à la source.

Illustration : Propagation des ondes générées au passage du métro (contact roue-rail) dans les parois du tunnel et dans le sol.

20.1.2. Plan de management des bruits et vibrations

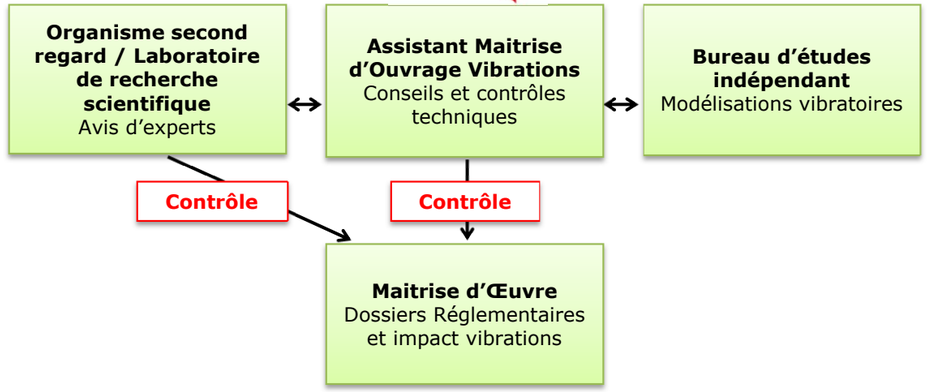
La Société du Grand Paris a élaboré un plan de management des bruits et vibrations qui prévoit :

- La définition de valeurs cibles fixant un seuil de risque d'apparition d'une gêne, à l'intérieur des bâtiments, en niveau de bruit et de vibrations au passage du métro.

- L'identification des bâtiments sensibles le long du projet (logements, enseignement, santé, activités sensibles, …).

- La prévision des niveaux de bruit et de vibrations à l'intérieur des bâtiments, au passage du métro, et la définition d'une pose de voie permettant de réduire les vibrations à la source en cas de dépassement des valeurs cibles.

La structure de pilotage des études de bruit et vibrations mise en place par la Société du Grand Paris comporte un contrôle systématique des études par l'Assistant à la Maîtrise d'Ouvrage, ainsi que par un organisme de second regard. De plus, un bureau d'études indépendant est chargé de réaliser des modélisations vibratoires au cas par cas. Cette structure est représentée dans la figure suivante, elle assure un haut niveau de qualité des études d'impact, ce qui permet d'identifier avec certitude les zones sensibles du projet et d'apporter le traitement approprié pour limiter l'impact du projet en matière de bruits et vibrations.



Maîtrise de la thématique bruits et vibrations - Lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue)

20.2. Contexte normatif en matière de bruits et vibrations et valeurs cibles du projet en phase exploitation

L'analyse de l'impact du projet en phase exploitation sur les personnes, et les activités sensibles est effectuée selon le plan de management des bruits et vibrations élaboré par la Société du Grand Paris.

20.2.1. Normes et réglementation

En France, il n'existe pas de texte réglementaire fixant des seuils de niveaux vibratoires à ne pas dépasser au voisinage d'une voie ferrée. Un plan de management des bruits et vibrations a donc été élaboré par la Société du Grand Paris. Une présentation simplifiée des valeurs cibles de risque d'apparition d'une gêne liée aux vibrations d'origine ferroviaire est proposée ci-après, le détail figure dans l'étude d'impact vibratoire en annexe du dossier. Ces valeurs cibles concernant la phase d'exploitation sont mentionnées en annexe 4 du décret du 2015-1791 du 28 décembre 2015 déclarant d'utilité publique les lignes 16, 17 sud et 14 nord.

En complément des valeurs cibles fixées par la Société du Grand Paris, les réglementations et normes qui restent partiellement applicables à cette étude sont les suivantes :

- Circulaire du 23/07/86 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les établissements industriels. Elle fixe les limites vibratoires à ne pas dépasser pour éviter les dommages aux constructions.
- ISO 10137 de 2007 relative aux vibrations acceptables dans les bâtiments,
- ISO 2631-2 de 1989, qui définit des seuils de vibrations acceptables pour les personnes (remplacée par ISO 2631-2:2003)

20.2.2. Valeurs cibles d'exposition des personnes au bruit et vibrations en phase exploitation

Ce paragraphe reprend les valeurs cibles d'exposition des personnes au bruit et aux vibrations figurant dans le plan de management des bruits et vibrations élaboré par la Société du Grand Paris. Les valeurs cibles définies dans ce paragraphe ne concernent que les effets sur les personnes :

- Gêne des occupants due à la perception tactile des vibrations ;
- Gêne des occupants due à la perception du bruit solidien résultant des vibrations de la structure du bâtiment.

Note : Ces valeurs cibles permettent d'assurer l'absence de dommages structurels pour les bâtiments. Le risque de perturbation d'éventuels équipements sensibles aux vibrations est traité au cas par cas.

20.2.2.1. Valeur cible concernant le risque de gêne due à la perception tactile des vibrations à l'intérieur des bâtiments

L'indicateur retenu pour l'évaluation de la gêne tactile des occupants de bâtiments au passage d'une rame sont est le niveau de vitesse vibratoire Lv_{Smax} (niveau de vitesse maximal mesuré au passage sur 1 seconde, au centre du plancher). Les valeurs cibles retenues pour les différents types de bâtiments figurent dans le tableau suivant.

Classe de bâtiment selon activité	Valeurs cibles Lv_{Smax}, niveau de vitesse vibratoire à l'intérieur des bâtiments en dB (réf $5x10^{-8}$ m/s
Résidences et bâtiments où les occupants dorment	66 dB (= 0.1 mm/s)
Bâtiments abritant des activités diurnes (écoles, églises, autres institutions)	69 dB (= 0.14 mm/s)
Bâtiments avec équipements sensibles	Méthodologie spécifique, les valeurs cibles sont propres à chaque local

Valeurs cibles concernant la gêne tactile, vitesse vibratoire Lv_{Smax} (bandes 8-80 Hz)

Ainsi, concernant les vibrations transmises lors de l'exploitation commerciales dans les zones résidentielles, compte tenu des mesures d'évitement et de réduction envisagées, la Société du Grand Paris vise un objectif de niveau vibratoire dans les habitations et bâtiments abritant des activités diurnes dont le point maximum se situe entre 66 et 69 dBv respectivement pour l'apport intrinsèque des circulations des métros (soit une vitesse particulaire de 0,1 à 0,14 mm/s). Cet objectif correspond à une absence de gêne pour la grande majorité de la population dans la zone d'influence de l'ouvrage.

20.2.2.2. Valeur cible concernant le risque de gêne due à la perception du bruit à l'intérieur des bâtiments

L'indicateur retenu pour l'évaluation de la gêne des occupants de bâtiments liée au bruit de grondement (bruit solidien) au passage d'une rame est le niveau LpA_{Smax} (niveau de bruit maximal mesuré au passage sur 1 seconde). Les valeurs cibles retenues pour les différents types de bâtiments figurent dans le tableau suivant.

Type de lieu	Valeurs cibles LpA_{Smax}, niveau de bruit solidien à l'intérieur des bâtiments en dB(A)
Résidences et bâtiments où les occupants dorment	30 dB(A)
Bâtiments abritant des activités diurnes (écoles, églises, autres institutions)	35 dB(A)
Bureaux (*classe de performance selon la norme NFS 31-080, AFNOR, 2006)	Niveau performant et très performant* : 35 dB(A) Niveau courant* : 40 dB(A)
Autres locaux sensibles	Méthodologie spécifique, les valeurs cibles sont propres à chaque local

Valeurs cibles concernant le bruit de grondement ou bruit solidien, LpA_{Smax} généré au passage du métro (bandes 16 Hz à 160 Hz)

20.2.3. Dommages aux structures

Concernant les dommages aux structures, la Circulaire du 23 Juillet 1986 définit les seuils vibratoires (en valeurs crêtes de la vitesse vibratoire) garantissant la tenue mécanique d'un bâtiment en fonction de la fréquence d'excitation et du type de construction. Les valeurs cibles présentées dans le plan de management de la Société du Grand Paris sont très inférieures (facteur 50 à 100) au seuil de dommages aux structures, ce qui garantit l'absence de dommages aux structures en phase exploitation.

20.2.4. Perturbations des équipements sensibles

La Société du Grand Paris a engagé un recensement des équipements et matériels sensibles en activité à proximité du projet, en sus du repérage des usages (logement, santé, enseignement, action sociale). Les valeurs seuils de dommages aux équipements sensibles doivent être définies au cas par cas en concertation avec l'exploitant du matériel.

20.3. Analyse des impacts vibratoires du projet et mesures associées en phase chantier

20.3.1. Généralités sur les vibrations en chantier

Les impacts vibratoires de la phase chantier peuvent comporter des risques de :

- Gêne des occupants due à la perception tactile des vibrations ;
- Gêne des occupants due à la perception du bruit solidien résultant des vibrations de la structure du bâtiment ;
- Dommages aux structures des bâtiments (fissures) dans certaines conditions extrêmes ;
- Perturbation d'éventuels équipements sensibles aux vibrations (traité au cas par cas).

Les valeurs de vitesse vibratoire mesurées usuellement à proximité de voies routières et ferroviaires sont généralement inférieures à 1 mm/s. Les niveaux de vitesse vibratoires peuvent dépasser 1 mm/s à proximité d'activités de construction utilisant des engins lourds (ex : brise roche hydraulique, rouleau compresseur, battage de palplanche, tunnelier).

Une grande diversité d'émissions vibratoires peut être rencontrée sur les chantiers. Ces sources peuvent globalement être classées en trois catégories :

- Les machines émettant des vibrations entretenues (ex : vibrofonçage, foreuse, tunnelier, etc.) ;
- Les sources émettant des impulsions à intervalles plus ou moins courts (ex : brise roche hydraulique, battage de pieux, battage de palplanche, etc.) ;
- Les tirs d'explosifs, qui sont à considérer comme une catégorie spécifique.

20.3.2. Mesures de prévention des bruits et vibrations en phase chantier

Un chantier est par nature une activité bruyante et engendrant des vibrations. La gestion des bruits et vibrations en phase chantier est sous la responsabilité des acteurs de l'opération (entreprises, maître d'œuvre, maître d'ouvrage). Les niveaux sonores et vibratoires sont liés aux types d'ouvrages à réaliser, aux techniques employées et à l'organisation du chantier. La gêne sonore et vibratoire liée au chantier varie selon la proximité, l'activité et la sensibilité du voisinage. Par conséquent, les moyens à mettre en œuvre pour réduire la nuisance et le risque vibratoire doivent tenir compte de la nature des travaux et de l'évaluation du risque d'impact vibratoire au voisinage du chantier.

Les phases de travaux qui sont potentiellement les plus impactantes en matière de bruits et vibrations sont les terrassements (creusement au brise-roches hydraulique et évacuation des déblais), les fondations et le gros œuvre (battage de pieux et palplanches, creusement de parois moulées). L'utilisation de moyens adaptés (méthodes de construction, engins pneumatiques, hydrauliques, électriques) permet de limiter les nuisances au voisinage du chantier, sur l'ensemble des phases de travaux.

Phase gros œuvre d'une station de métro, ferraillage d'une dalle

Une proposition de méthodologie de prévention des bruits et vibrations est donnée ci-après par le guide du Conseil National du Bruit[14].

20.3.2.1. Évaluation des risques de gêne acoustique ou vibratoire ou de dommages vibratoires

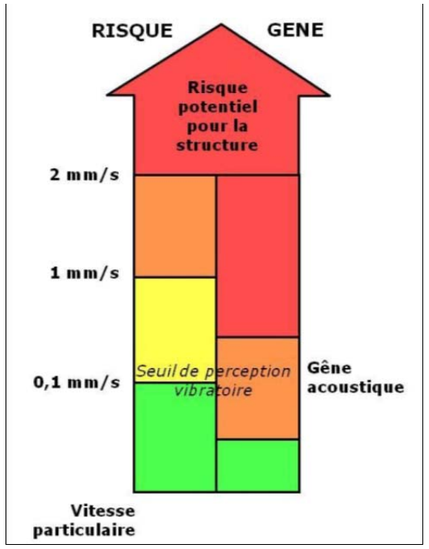
Une enquête de voisinage doit être réalisée afin d'évaluer et d'identifier la totalité des risques de gêne et le (ou les) plaignant(s) potentiel(s).

20.3.2.2. Surveillance pendant le chantier

La mise en place d'une surveillance acoustique et/ou vibratoire du voisinage, en concertation avec l'entreprise permet d'identifier les lieux à protéger, les objectifs et les valeurs seuil et des actions associées en cas de dépassement.

20.3.2.3. Communication avant travaux et durant les travaux

Des actions d'information et de communication sont menées avant l'ouverture des travaux et sur toute la période de conduite du chantier. La communication vis-à-vis du bruit de chantier concernant les bruits et vibrations peut comporter les dates du chantier, les phases des travaux et leurs horaires, ainsi que les coordonnées des interlocuteurs désignés pour le bruit. En cours de chantier, les riverains pourront être informés en amont de certains travaux de plus grande nuisance sonore ou vibratoire, d'évènements particuliers ou de changements d'horaires.



Échelle indicative de représentation des risques vibratoires structurels et de gêne acoustique et vibratoire

20.3.3. Évaluation du risque vibratoire au passage du tunnelier

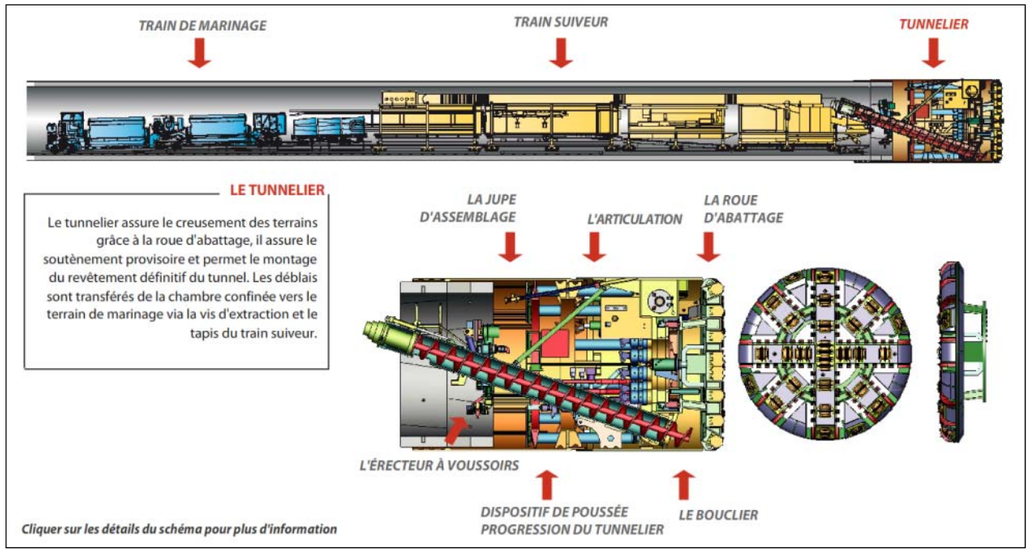
Les risques liés aux vibrations induites par le creusement au tunnelier sont :

- Les dommages aux constructions, ainsi qu'aux ouvrages de génie civil ou au milieu naturel (cavernes, falaises), et le risque de chute de blocs dans les ouvrages voisins ;
- Les dommages ou perturbations des équipements sensibles (appareils d'examen IRM, appareils de mesure, procédés de fabrication,…) ;
- La gêne occasionnée aux personnes exposées aux bruits et vibrations.

Cette partie indique des valeurs de vitesse vibratoire constatées en pratique dans le domaine des travaux publics ainsi que les valeurs seuils associées au risque de gêne potentielle. Une évaluation du risque de dommages et de gêne liés au passage du tunnelier est présentée, ainsi qu'une proposition d'actions pour maîtriser les nuisances vibratoires.

Pour illustration, la figure et les photos suivantes présentent le principe de fonctionnement d'un tunnelier.

[14] *« Bruits des chantiers – Missions incombant aux acteurs d'une opération de construction pour limiter les nuisances – n°4 », Juin 2013, Conseil National du Bruit, Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie*



Principe de fonctionnement d'un tunnelier (http://csmbessac.com)

20.3.3.1. Évaluation du risque de dommages aux constructions au passage du tunnelier

Les vibrations générées par le tunnelier sont généralement de l'ordre de 1 mm/s à partir d'une dizaine de mètres de la zone de travail. Le risque de dommage pour les structures des constructions au passage du tunnelier est donc faible au vu de la profondeur moyenne des tunnels des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

20.3.3.2. Évaluation du risque de dommages aux ouvrages et aux réseaux existants au passage du tunnelier

Le risque vibratoire pour les ouvrages existants doit être évalué en concertation avec les maîtres d'ouvrages selon les prescriptions propres à l'ouvrage concerné.

À proximité d'un ouvrage existant, des mesures spécifiques peuvent être prises comme l'interruption temporaire de la circulation, selon l'avis des maîtres d'ouvrages publics (EDF, RFF SNCF,…).

20.3.3.3. Évaluation du risque de gêne vibratoire ressentie par les riverains au passage du tunnelier

En matière de gêne potentielle ressentie par les riverains, les vibrations sont généralement perceptibles par le corps humain à partir d'un seuil de l'ordre de 0,1 mm/s (seuil de perception tactile).

Les vibrations engendrent également des émissions sonores par rayonnement des parois à l'intérieur des logements (bruit solidien). Une gêne acoustique est généralement ressentie avant même que la vibration ne soit perçue, dès que la vitesse particulaire est de l'ordre de 0,05 mm/s.

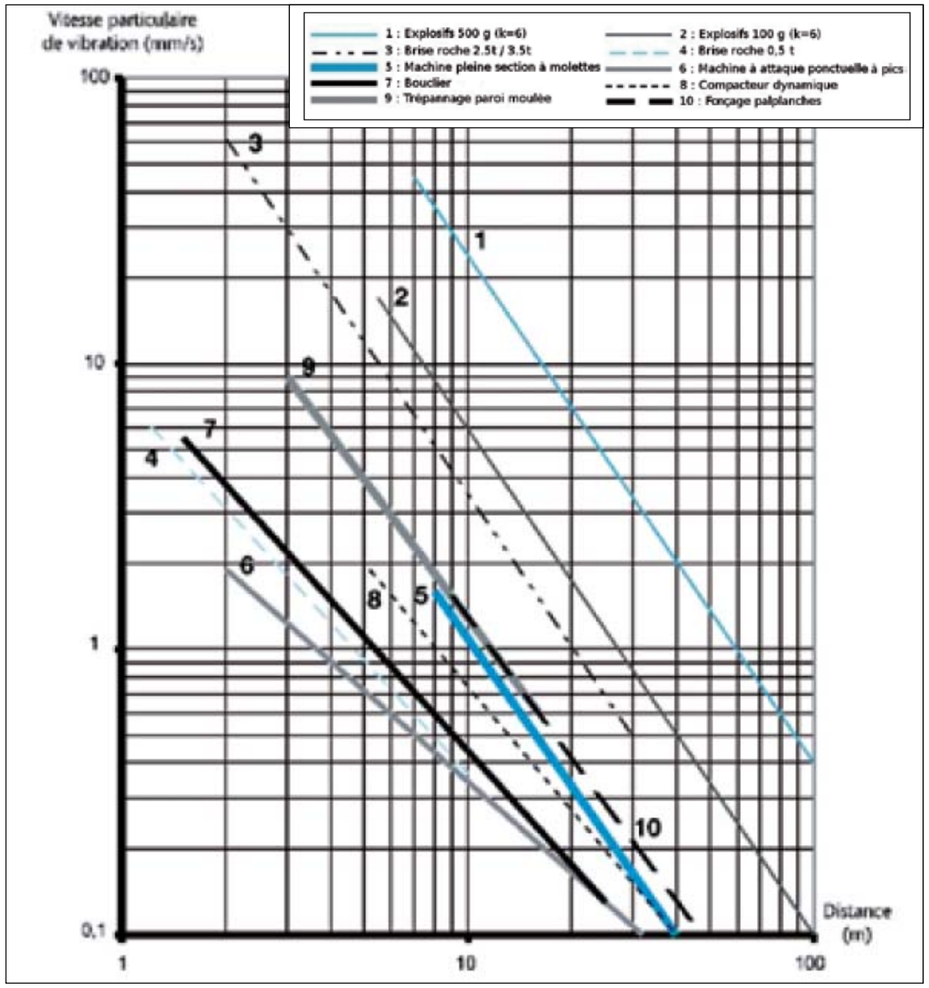
Le niveau vibratoire et le niveau de bruit solidien à l'intérieur des bâtiments riverains du projet dépendent fortement des paramètres d'avancement du tunnelier, du type de terrain rencontré, et des caractéristiques des bâtiments (structure, fondations).

Un risque avéré de gêne vibratoire existe pour les bâtiments proches du projet de tunnel (jusqu'à 50 mètres au maximum). Des mesures de prévention des nuisances vibratoires devront donc être prises pour limiter la gêne des riverains en maîtrisant l'amplitude des vibrations induites dans le sol par le tunnelier et en réduisant au minimum le temps de passage du tunnelier au droit des bâtiments sensibles (durée de passage du tunnelier de l'ordre de 2 à 3 jours).

20.3.4. Retours d'expérience concernant le creusement au tunnelier

En ce qui concerne les niveaux vibratoires générés par les engins de creusement de tunnels, un modèle empirique très simplifié est donné dans le Dossier pilote des tunnels édité par le CETU. Au-delà d'une dizaine de mètres de la zone de travail, la vitesse particulaire est généralement inférieure à 1 mm/s.

Un abaque représentant les courbes d'amortissement des vibrations émises par les matériels de terrassement est présenté ci-après, il permet d'évaluer les distances critiques pour les principaux matériels.



Ordre de grandeur des vibrations émises par les matériels de travaux publics (Source : Dossier pilote des tunnels, Dossier N°5 Environnement, CETU, Juillet 2011)

20.3.5. Mesures de prévention des risques de nuisances au passage du tunnelier

20.3.5.1. Réduction des vibrations à la source

La réduction des vibrations à la source par le choix de paramètres de creusement adaptés au milieu rencontré par la roue de coupe du tunnelier constitue un moyen efficace de limitation de la gêne des riverains. Le choix de ces paramètres sera réalisé par le maître d'œuvre de manière à limiter les nuisances vibratoires autant que cela est possible.

20.3.5.2. Information du public

L'information du public, de la population et des riverains sur la nature, l'ampleur et la durée des travaux est une condition importante de la réussite du chantier. Des panneaux d'information sur lesquels figureront les coordonnées des référents du chantier, ainsi qu'une description du projet avec les dates de réalisation des travaux seront mis en place.

20.3.5.3. Instrumentation des ouvrages et bâtiments particulièrement sensibles

À l'issue du travail d'identification des bâtiments et ouvrages avoisinants, une classification de ces bâtiments et ouvrages en fonction de leur sensibilité aux vibrations a été effectuée.

De façon à assurer la protection du bâti particulièrement sensible situé dans les zones d'influence des chantiers en souterrain, des mesures de « protection des avoisinants » seront définies. Pour les ouvrages et bâtiments reconnus comme particulièrement sensibles, une instrumentation avec surveillance en continu des déplacements éventuels et alertes automatiques en cas de mouvement dépassant les tolérances fixées sera mise en place pendant toute la phase d'exécution des travaux.

Détail de la roue d'abattage d'un tunnelier, percement d'une paroi en béton à l'arrivée dans un puits (Tunnelier « Elodie », prolongement de la Ligne 12, arrivée à Aubervilliers au puits Valmy, 2011).

20.4. Modélisation et évaluation quantitative des impacts vibratoires du projet, Mesures d'accompagnement en phase exploitation

20.4.1. Introduction

Les paragraphes suivants ont pour objet l'évaluation de l'impact vibratoire du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord en phase exploitation.

A noter que les rames de la ligne 14 Nord seront équipées de pneus qui limitent très fortement les vibrations causées par le passage des rames sur les voies.

Le fuseau a été découpé en tronçons homogènes vis-à-vis de la propagation vibratoire à partir des paramètres généraux du tracé. Des modélisations ont été effectuées afin d'évaluer les impacts du bruit solidien et vibratoires du projet sur les constructions avoisinantes à partir des données récoltées suite aux différentes missions géologiques menées dans le cadre des études d'avant-projet.

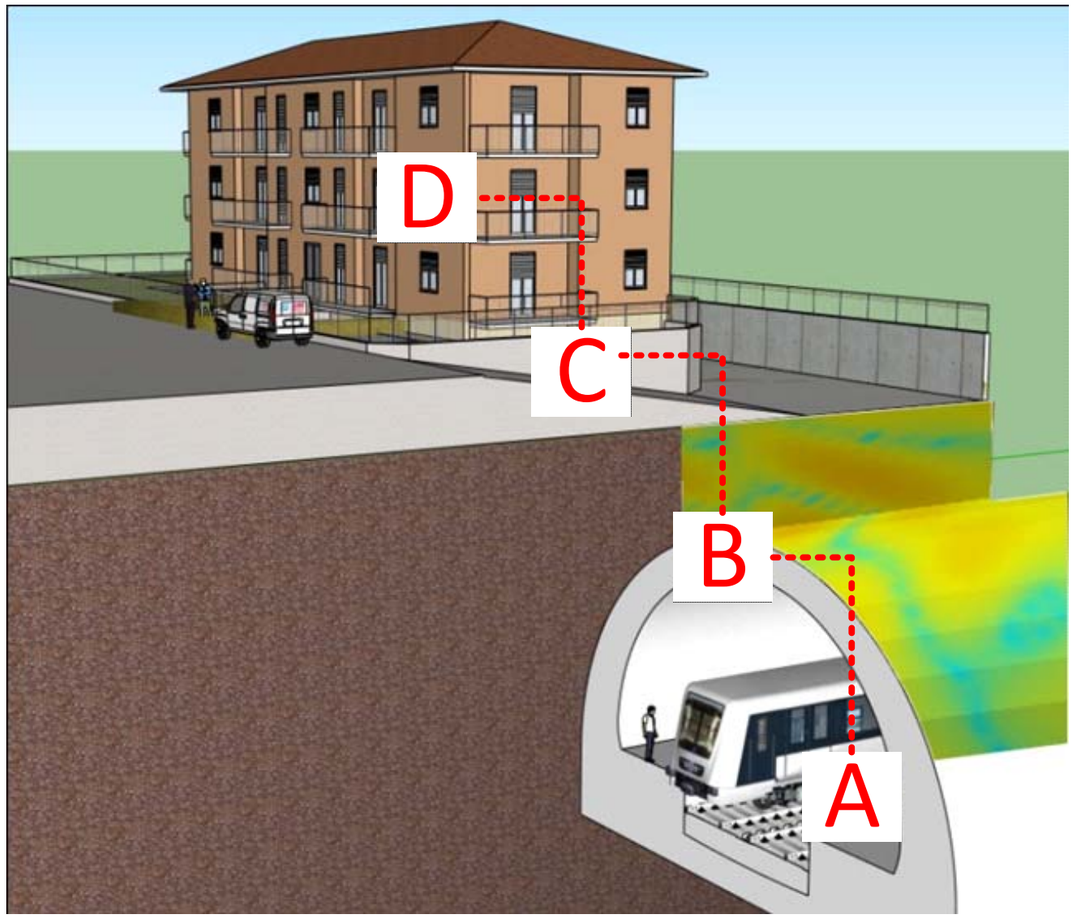
Cette étude comporte une évaluation du risque d'apparition d'une gêne liée aux vibrations d'origine ferroviaire à partir des valeurs cibles définies par la SGP et des résultats de calcul de niveau vibratoire et de bruit solidien à l'intérieur des bâtiments riverains du projet. Les bâtiments riverains du projet font l'objet d'une enquête de sensibilité en vue de constituer une base de données exhaustive.

L'évaluation du risque de perturbations d'éventuelles installations sensibles (imagerie de précision, micro-électronique, …) n'est pas présentée ici, le recensement de ces installations étant en cours à la date de rédaction de la présente étude.

20.4.2. Méthodologie de l'évaluation de l'impact vibratoire

La méthodologie suivie pour évaluer l'impact vibratoire du projet en phase exploitation peut être résumée comme suit :

- Définition de valeurs cibles de niveau de vitesse vibratoire et de pression acoustique admissibles dans les bâtiments riverains par type de bâtiment : résidences et bâtiments où les occupants sont susceptibles de dormir, établissements d'enseignement, de santé, lieux institutionnels et culturels, bureaux, autres locaux sensibles tels que les studios, auditoriums, etc. (selon le Plan de management des bruits et vibrations de la SGP) :
- Identification des zones sensibles :
  - Découpage du projet en tronçons homogènes du point de vue des vibrations ;
  - Présence de bâtiments sensibles, d'activités sensibles ou d'installations sensibles du point de vue des vibrations sur chaque tronçon.
- Modélisation de la propagation vibratoire depuis le tunnel jusqu'à l'intérieur des bâtiments (cf. figure suivante) :
  - (A) Définition d'une source d'excitation ferroviaire représentant le passage d'une rame ;
  - (B) Modélisation du tunnel et du sol (stratification géologique) ;
  - (C) Modélisation statistique de l'interface sol-bâtiment d'après les résultats du projet européen RIVAS relatif à la propagation vibratoire d'origine ferroviaire ;
  - Validation du modèle par des mesures in-situ ;
  - (D) Calculs du bruit et des vibrations à l'intérieur des bâtiments sur l'ensemble du tracé (pour chacun des tronçons homogènes).
- Evaluation de l'impact vibratoire du projet :
  - Comparaison des niveaux calculés aux valeurs cibles du plan de management des bruits et vibrations de la SGP ;
  - Définition de solutions de pose de voie adaptées pour limiter l'impact vibratoire du projet.



Modélisation de la propagation vibratoire depuis le tunnel jusqu'à l'intérieur des bâtiments

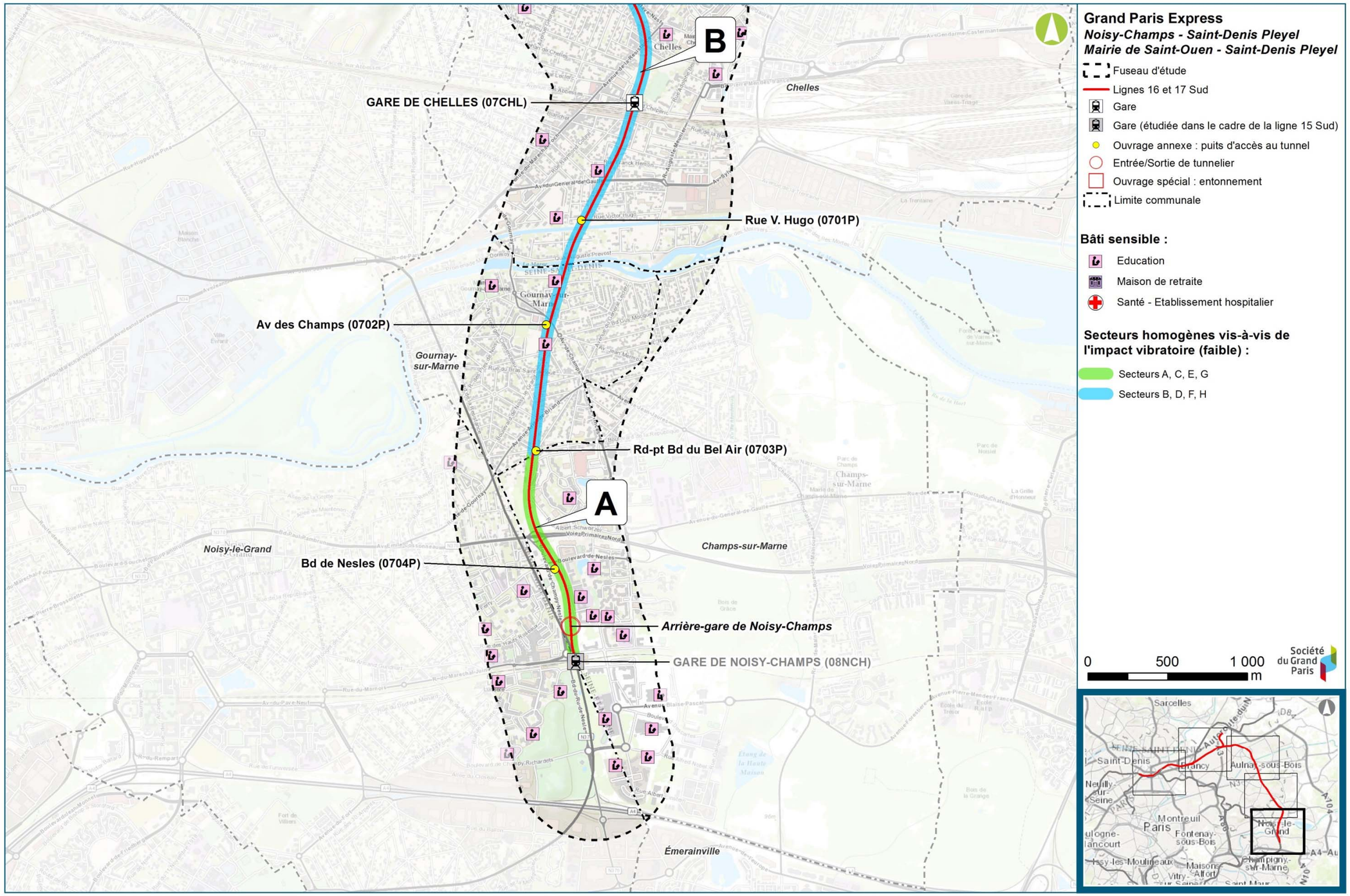
20.4.3. Identification des zones sensibles et découpage du projet en tronçons homogènes

Le tracé des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord a été découpé en 8 secteurs homogènes du point de vue de la propagation vibratoire. Le tableau suivant présente les caractéristiques de chacun des secteurs.

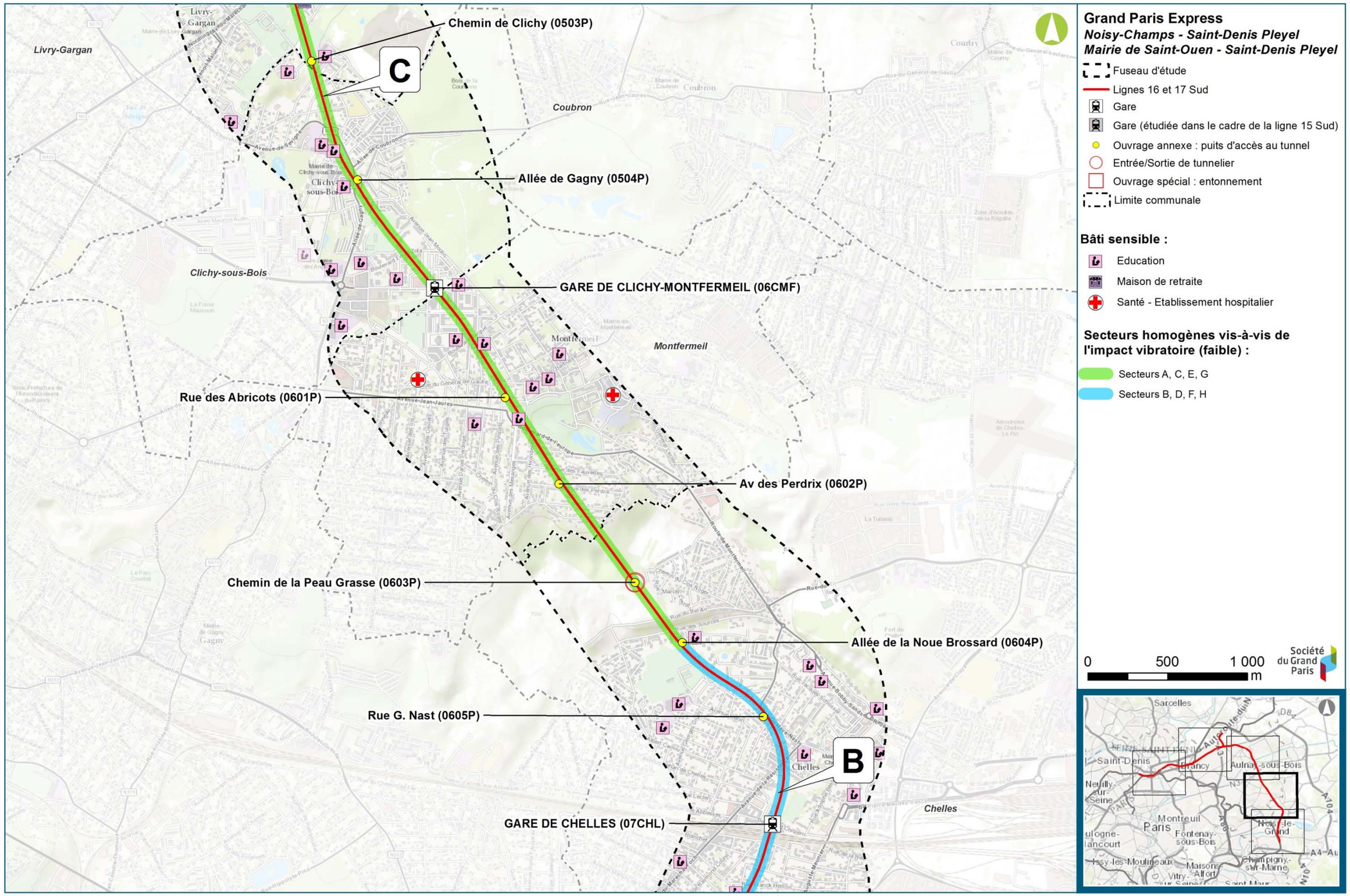
	Zone à enjeu		Vitesse	Système de pose de voie	Géométrie	Géologie
Tronçon	**Ouvrage début**	**Ouvrage fin**	**Vitesse maximale autorisée**	**Niveau d'atténuation**	**Profondeur minimale, centre du tunnel**	**Couche géologique traversée**
A	08 NCH	0703P	120 km/h	1	16 m	Marnes
B	0703P	0604P	120 km/h	1	17 m	Sables
C	0604P	05 SEL / 0401P	120 km/h	1	16 m	Marno-calcaire
D	05 SEL / 0401P	03 ALN	120 km/h	1	17 m	Sables
E	03 ALN	0102P	120 km/h	1	22 m	Marno-calcaire
F	0102P	0100P	120 km/h	1	21 m	Sables
G	0100P	3304P	120 km/h	1	18 m	Marno-calcaire
H	3304P et 3302P	3300P et 6302P	120 km/h	1	18 m	Sables

Identification des secteurs homogènes du point de vue de la propagation vibratoire et paramètres de modélisation

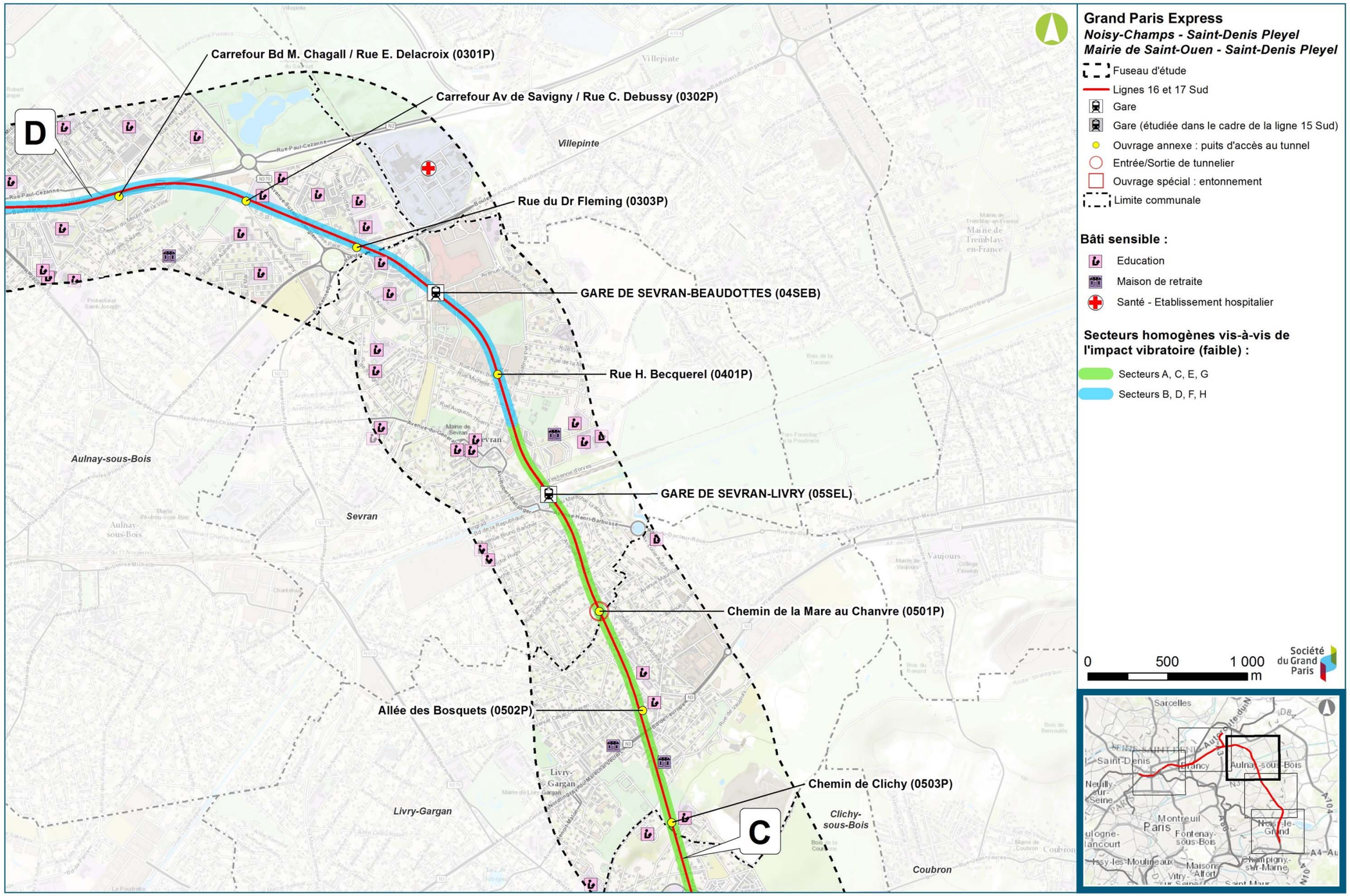
Les cartes ci-après présentent le découpage en secteurs homogènes de l'ensemble du projet.



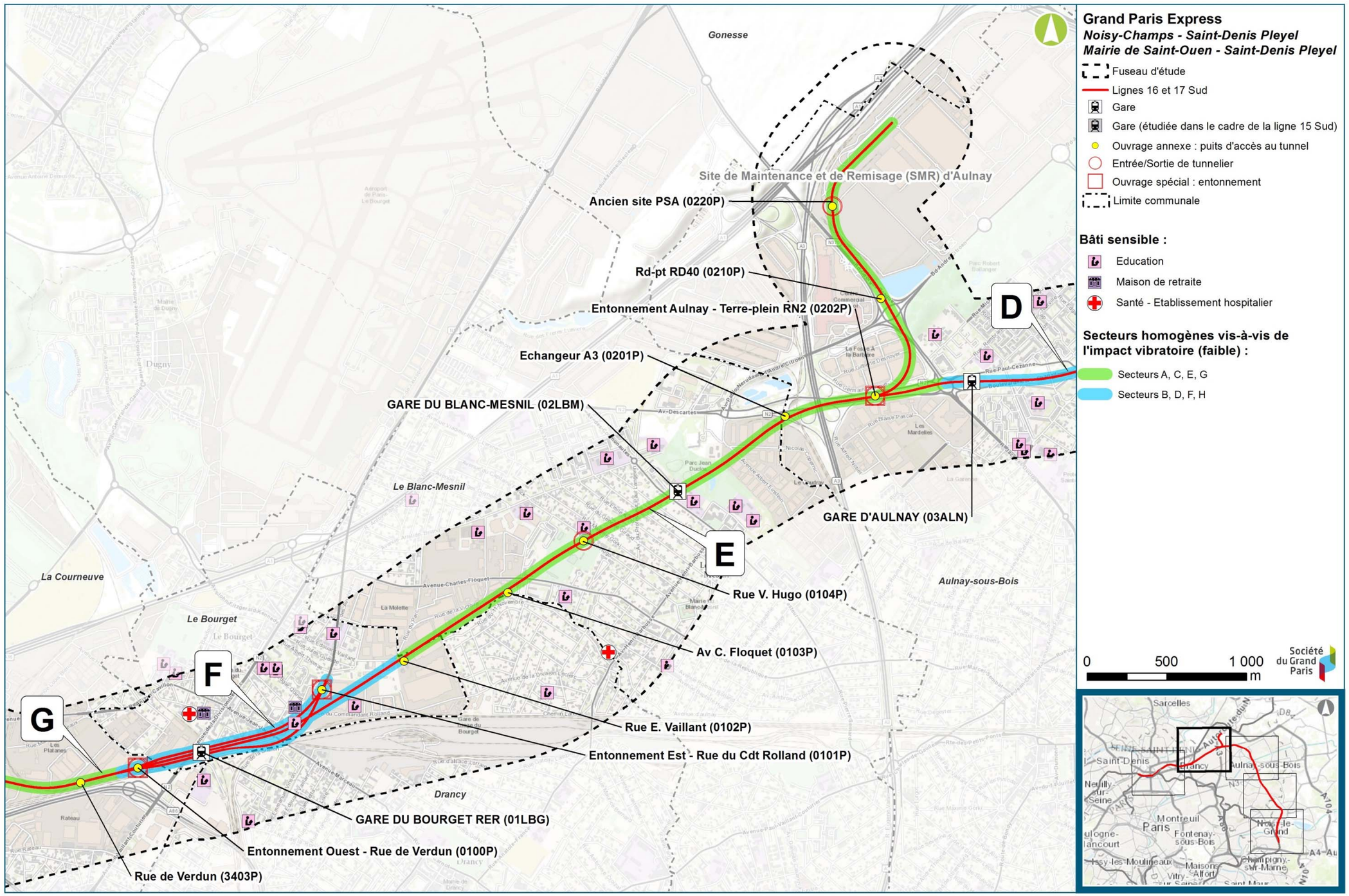
Carte des secteurs homogènes du point de vue de la propagation vibratoire – Secteur Noisy-Champ / Chelles (Egis/Tractebel, 2016)



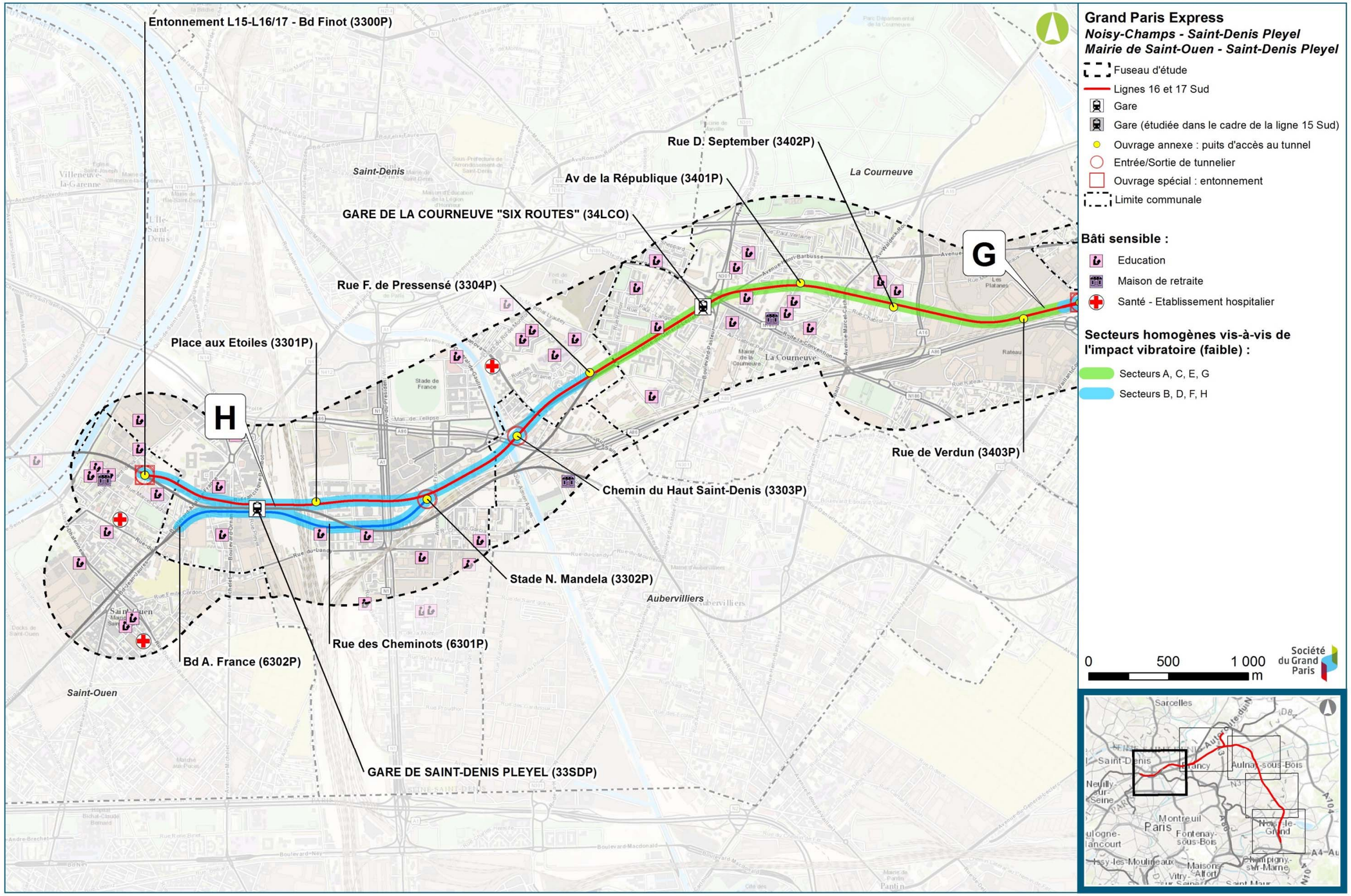
Carte des secteurs homogènes du point de vue de la propagation vibratoire – Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil (Egis/Tractebel, 2016)



Carte des secteurs homogènes du point de vue de la propagation vibratoire – Secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes (Egis/Tractebel, 2016)



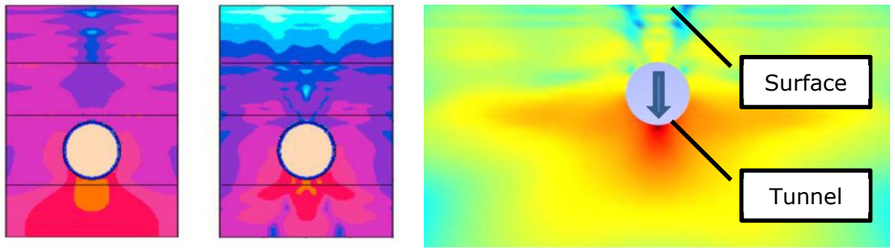
Carte des secteurs homogènes du point de vue de la propagation vibratoire – Secteur Sevran- Aulnay / Le Bourget RER (Egis/Tractebel, 2016)



Carte des secteurs homogènes du point de vue de la propagation vibratoire – Secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel (Egis/Tractebel, 2016)

20.4.4. Modèle de tunnel dans un sol sous MEFISSTO et terme source

MEFISSTO est un logiciel de calcul de la propagation des vibrations dans les sols et les structures. Il est basé sur les techniques des éléments finis (FEM) pour modéliser les domaines bornés (fondations de bâtiments, structures…), et d'éléments finis de frontière (BEM) pour la propagation dans le sol. Il permet de prévoir les vibrations en surface dues au passage d'un train dans un tunnel. Les figures ci-dessous illustrent la propagation des ondes vibratoires dans un sol composé de 4 couches géologiques.



20.4.4.1. Source d'excitation ferroviaire en tunnel

La source d'excitation ferroviaire est définie à partir de valeurs mesurées en tunnel au passage du RER A existant par la RATP. Une publication RATP donne des niveaux vibratoires en paroi de tunnel de la ligne RER A sur une portion à proximité de La Défense avec pose de voies STEDEF dans un tunnel monotube d'environ 11 mètres de diamètre, enterré dans un sol similaire à celui du projet. La pose de voie correspond au niveau 1 d'atténuation prévu par le plan de management des bruits et vibrations de la SGP. Ces données ont été adaptées au projet en appliquant une majoration des niveaux mesurés pour prendre en compte les différences de vitesses entre le RER A existant (de l'ordre de 80 km/h) et la vitesse maximale autorisée sur le projet (120 km/h).

20.4.5. Modèle statistique de réponse vibratoire sol-bâtiment pour chaque famille de bâtiments

20.4.5.1. Typologie de bâtiments sensibles

Les bâtiments sensibles présents dans les 8 secteurs identifiés consistent principalement en des habitations individuelles ou mitoyennes, des bâtiments de taille moyenne abritant des logements collectifs et des bureaux (R+2 à R+4) et quelques immeubles de grande taille, en environnement résidentiel urbain et péri-urbain. Plusieurs écoles de taille moyenne (R+4) ont été identifiées à proximité du tracé.

Quatre familles de constructions sont retenues à ce stade pour la modélisation. Elles sont présentées dans le tableau suivant. Ces classes de bâtiments sont définies d'après le projet européen RIVAS[15] relatif à la propagation vibratoire d'origine ferroviaire.

Bâtiment résidentiel individuel ou mitoyen, niveau RDC ou R+1	Bâtiment de taille moyenne R+2 à R+4 en béton	Bâtiment de taille moyenne R+2 à R+4 en maçonnerie	Bâtiment de grande hauteur R+5 et supérieur en béton

Familles de bâtiments modélisées

20.4.5.2. Validation du modèle sol-plancher via des mesures in-situ

Des mesures ont été réalisées in situ afin de comparer les fonctions de transfert sol-plancher tirées du projet européen RIVAS par famille de bâtiment, aux fonctions de transfert obtenues sur le terrain. Un total de 10 configurations de voies de RER en tunnel passant à proximité de bâtiments de logements individuels, collectifs et de constructions plus importantes ont été mesurées. Les sites identifiés sont situés à proximité du RER A (8 mesures), du RER B (1 mesure) et du RER E (1 mesure). Les écarts observés entre les résultats de mesure et le modèle sont satisfaisants.

20.4.6. Résultats de calculs à l'intérieur des bâtiments

Pour chacun des tronçons identifiés, les valeurs du niveau de vitesse vibratoire Lv sur le plancher des bâtiments et du niveau de bruit Lp dans une pièce du rez-de-chaussée ont été calculées.

Les valeurs sont calculées pour chacun des tronçons homogènes à la profondeur minimale relevée sur le tronçon (cas le plus défavorable). Ces valeurs calculées au passage d'une rame sont comparées aux valeurs cibles fixées par la SGP. L'ensemble des résultats est synthétisé dans les deux tableaux suivants.

[15] *RIVAS (2012). Definition of appropriate procedures to predict exposure in buildings and estimate annoyance, WP1 D1.6 v04*

20.4.6.1. Calcul de niveau vibratoire Lv sur le plancher des bâtiments (gêne tactile liée à la perception des vibrations par famille de bâtiments)

Le tableau suivant présente les niveaux vibratoires Lv sur le plancher du RDC pour chaque famille de bâtiment.

Niveau de vitesse vibratoire Lv en dB (somme des bandes 8 Hz à 80 Hz) calculé dans les bâtiments, réf 5.10^{-8} m/s								
Type de bâtiment	**Secteur**							
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**
Bâtiment résidentiel individuel ou mitoyen, niveau Rdc ou R+1	66	58	63	53	56	56	61	57
Bâtiment de taille moyenne R+2 à R+4 en béton	62	54	59	50	53	52	57	53
Bâtiment de taille moyenne R+2 à R+4 en maçonnerie	65	57	61	52	55	54	60	55
Bâtiment de grande hauteur R+5 et supérieur en béton	57	50	54	46	49	47	52	48

Résultats de calcul de niveau vibratoire sur le plancher du RDC pour l'ensemble des secteurs sensibles, par famille de bâtiment

Les secteurs correspondant aux coupes A, C, et G sont identifiés comme présentant l'impact vibratoire potentiel le plus important parmi les 8 configurations calculées.

Dans ces secteurs (A, C, G), le risque d'apparition d'une gêne tactile liée à la perception des vibrations existe pour les bâtiments résidentiels (niveau RDC ou R+1), les bâtiments de taille moyenne en béton (R+2 à R+4) et les bâtiments de taille moyenne en maçonnerie (R+2 à R+4). Les niveaux Lv calculés sur le plancher du RDC de ces familles de bâtiments sont de l'ordre de 61 dB à 66 dB (réf $5x10^{-8}$ m/s), soit égaux à la valeur cible ou 5 dB en-dessous de la valeur cible de 66 dB.

Dans ces secteurs (A, C, G), le risque d'apparition d'une gêne tactile liée à la perception des vibrations est faible pour les bâtiments de grande hauteur en béton (≥R+4). Les niveaux Lv calculés sur le plancher du RDC sont de l'ordre de 52 à 57 dB (réf $5x10^{-8}$ m/s), soit 9 dB à 14 dB en-dessous de la valeur cible de 66 dB.

Dans les autres secteurs (B, D, E, F, H), pour les 4 familles de bâtiments identifiées, le risque d'apparition d'une gêne tactile liée à la perception des vibrations est faible. Les niveaux Lv calculés sur le plancher du RDC sont inférieurs à 58 dB (réf $5x10^{-8}$ m/s), soit 8 dB en-dessous de la valeur cible de 66 dB.

20.4.6.2. Calcul de niveau de bruit solidien Lp à l'intérieur des bâtiments (gêne auditive liée à la perception du bruit solidien par famille de bâtiments)

Le tableau suivant présente les niveaux de bruit solidien Lp au RDC pour chaque type de famille de bâtiment.

Niveau de bruit solidien Lp global en dB(A) calculé dans les bâtiments, réf 2.10^{-5} Pa								
Type de bâtiment	**Secteur**							
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**
Bâtiment résidentiel individuel ou mitoyen, niveau Rdc ou R+1	23	23	24	24	22	22	23	24
Bâtiment de taille moyenne R+2 à R+4 en béton	22	22	24	23	21	21	22	23
Bâtiment de taille moyenne R+2 à R+4 en maçonnerie	20	20	22	21	19	19	20	21
Bâtiment de grande hauteur R+5 et supérieur en béton	16	15	17	16	15	15	15	17

Résultats de calcul de niveau de bruit solidien au RDC pour l'ensemble des secteurs sensibles, par famille de bâtiment

Le risque d'apparition d'une gêne auditive liée à la perception du bruit solidien est évalué par comparaison à la valeur cible la plus contraignante fixée à 30 dB(A) sur l'ensemble des 8 configurations calculées, pour les 4 familles de bâtiments identifiées.

Pour les bâtiments résidentiels (niveau RDC ou R+1), les bâtiments de taille moyenne en béton (R+2 à R+4) et les bâtiments de taille moyenne en maçonnerie (R+2 à R+4), les niveaux LpSmax calculés au RDC sont de l'ordre de 22 dB(A) à 24 dB(A) (réf $2x10^{-5}$ Pa), soit 6 dB à 8 dB en-dessous de la valeur cible de 30 dB(A).

Pour les bâtiments de grande hauteur en béton (≥R+5). Les niveaux LpSmax calculés sur le plancher du RDC sont de l'ordre de 15 dB(A) à 17 dB(A) (réf $2x10^{-5}$ Pa), soit 13 dB à 15 dB en-dessous de la valeur cible de 30 dB(A).

20.4.7. Conclusion

Les secteurs correspondant aux coupes A, C, et G sont identifiés comme présentant l'impact vibratoire potentiel le plus important parmi les 8 configurations calculées. Sur la base des hypothèses de calcul présentées dans ce rapport :

- **Le risque d'apparition d'une gêne tactile liée à la perception des vibrations est faible** sur l'ensemble du fuseau d'étude pour les 4 familles de bâtiments identifiées ;
- **Le risque d'apparition d'une gêne auditive liée à la perception du bruit solidien est faible** sur l'ensemble du fuseau d'étude pour les 4 familles de bâtiments identifiées.

20.4.8. Mesures d'accompagnement en phase exploitation

20.4.8.1. Mesures d'évitement

Le choix du tracé résulte d'un compromis technique, économique et environnemental, qui prend en compte la nature du terrain, le respect de distances de sécurité par rapport aux ouvrages existants et la sensibilité des bâtiments voisins. Le tracé retenu est celui qui minimise l'impact du projet, y compris en terme de bruits et vibrations.

20.4.8.2. Mesures de réduction

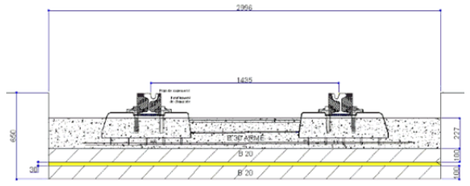
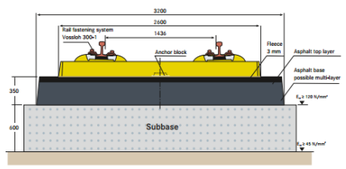
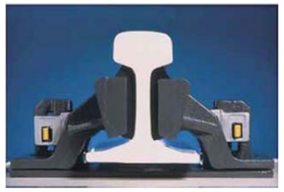
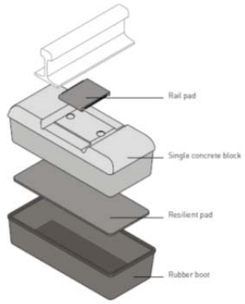
Le choix d'un matériel roulant peu générateur de vibrations est également un élément déterminant de l'impact vibratoire du projet. Il résulte lui aussi d'un compromis technique, économique et environnemental. Deux catégories de métro sont retenues à ce stade des études, une solution sur pneus et une solution sur rails.

La solution de métro sur pneu ne présente pas de risque d'apparition d'une gêne liée aux bruits et vibrations, car le contact pneu-voie génère des vibrations de faible amplitude. A titre d'illustration, le niveau mesuré à la source au passage d'un métro sur pneu[16] est de l'ordre de 45 dB, soit 20 dB au-dessous du seuil de perception tactile (réf 5.10^{-8} m/s).

La solution de métro sur rail peut dans certaines conditions générer des vibrations d'amplitude importante qui nécessitent la mise en œuvre de dispositifs de réduction des vibrations.

La principale mesure de réduction consiste à choisir un système de pose des voies adapté à l'atténuation vibratoire recherchée pour garantir le respect des valeurs cibles du plan de management des bruits et vibrations.

Plusieurs équipements permettent de réduire les vibrations émises par le passage d'une rame de métro sur rail. Ces dispositifs sont répertoriés dans le tableau ci-après.

Descriptif	Illustration	Atténuation vibratoire en dBV
Voie béton avec selles (en béton ou acier) noyées dans la dalle		5 à 10 Niveau 0, selon le plan de management de la SGP
Voie sur asphalte		5 à 10 Niveau 1, selon le plan de management de la SGP
Système de fixation des rails résilient (support élastique entre rail et traverse)		5 à 15 Niveau 2, selon le plan de management de la SGP
Voie béton avec traverses équipées de chaussons en caoutchouc et de semelles sous traverses		15 à 20 Niveau 1 ou 2, selon le plan de management de la SGP

Un contrôle de la pertinence des différentes mesures de réduction sera réalisé par **l'organisme indépendant de second regard** conformément au **plan de management du bruit et des vibrations phase exploitation** de la Société du Grand Paris.

20.4.8.3. Mesures de compensation et de suivi

L'adaptation du type de pose de voie permet de traiter les cas particuliers où le niveau vibratoire devrait être diminué par rapport aux solutions prévues en phase études. Des mesures de vibrations in-situ sont prévues dans le plan de management des bruits et vibrations en phase chantier, avant la pose des voies pour identifier les éventuels points à traiter.

La maintenance et l'entretien des infrastructures ferroviaires et du matériel roulant permet d'agir sur le niveau vibratoire généré par les rames (rugosité du rail et des roues). Un plan de maintenance et un contrôle régulier de l'état des infrastructures et du matériel roulant permet de prévenir la dégradation de leur état de surface et ainsi de limiter l'impact lié aux bruits et vibrations du projet. Des mesures de vibrations en phase exploitation permettent de contrôle l'efficacité de la maintenance sur les niveaux vibratoires générés au passage des rames.

[16] Le niveau de vitesse vibratoire mesuré en 2015 à Oullins (Lyon, 69000) sur le quai à l'arrivée et au départ du MPL75 est de l'ordre de 45 dB (LvSmax,1seconde réf 5.10^{-8} m/s). Le niveau de vitesse vibratoire maximum mesuré dans un puits au passage du MPL75 à 70 km/h est aussi de l'ordre de 45 dB.

20.5. Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant le risque de gêne tactile et auditive

Les tableaux suivants présentent une synthèse de l'impact du projet sur l'ensemble des sections identifiées. Les impacts en phase chantier et en phase exploitation sont évalués. Les principaux paramètres de modélisation retenus dans le cadre de cette étude sont rappelés.

Tronçon	Secteur	Vitesse	Système de pose de voie	Géométrie	Géologie
		Vitesse maximale autorisée	Niveau d'atténuation (semelles sous traverse)	Profondeur du centre du tunnel par rapport au terrain naturel (min, max)	Couche géologique traversée
A	Noisy-Champs	120 km/h	1	16 m à 30 m	Marnes
B	Chelles	120 km/h	1	17 m à 30 m	Sables
C	Clichy-Montfermeil, Sevran-Livry	120 km/h	1	16 m à 35 m	Marno-calcaire
D	Sevran-Beaudottes, Aulnay	120 km/h	1	17 m à 30 m	Sables
E	Blanc-Mesnil	120 km/h	1	22 m à 25 m	Marno-calcaire
F	Le Bourget	120 km/h	1	21 m à 30 m	Sables
G	La Courneuve	120 km/h	1	18 m à 30 m	Marno-calcaire
H	Saint-Denis	120 km/h	1	18 m à 30 m	Sables

Identification des secteurs homogènes du point de vue de la propagation vibratoire et paramètres de modélisation

Tronçon	Secteur	Niveau de sensibilité	Phase chantier : Ouvrages et Tunnelier		Phase exploitation	
			Impact vibratoire et acoustique (risque de gêne tactile et auditive)	Mesures	Impact vibratoire (risque de gêne tactile)	Impact acoustique (risque de gêne liée au bruit solidien)
A	Noisy-Champs	Moyen	Faible à Moyen	Mise en œuvre des mesures générales retenues pour les chantiers du projet	Faible	Faible
B	Chelles	Moyen	Faible à Moyen		Faible	Faible
C	Clichy-Montfermeil, Sevran-Livry	Moyen à Fort	Faible à Moyen		Faible	Faible
D	Sevran-Beaudottes, Aulnay	Moyen	Faible à Moyen		Faible	Faible
E	Blanc-Mesnil	Moyen	Faible à Moyen		Faible	Faible
F	Le Bourget	Moyen	Faible à Moyen		Faible	Faible
G	La Courneuve	Moyen	Faible à Moyen		Faible	Faible
H	Saint-Denis	Moyen	Faible à Moyen		Faible	Faible

Evaluation du risque d'impact lié aux bruits et vibrations au voisinage du projet : Faible = pas de risque de plaintes, Moyen = peu de risque de plaintes

21. Ondes électromagnétiques

Des ondes électromagnétiques artificielles sont émises lors du fonctionnement d'appareils utilisant de l'électricité pour divers usages : téléphonie, radio, déplacement, etc.

Elles sont caractérisées par une fréquence (ou une gamme de fréquence) et une puissance associée. Elles produisent un champ électrique et un champ magnétique.

Ces ondes sont déjà très présentes dans les zones fortement urbanisées à cause de la forte densité d'appareils émetteurs.

21.1. Impacts et mesures en phase chantier concernant les ondes électromagnétiques

21.1.1. Impacts

21.1.1.1. Impacts directs

Les impacts de la phase chantier sont très difficiles à évaluer et à quantifier. Ils dépendent étroitement des matériels utilisés pour la construction de l'infrastructure et de leur mode d'alimentation en énergie. Certains fonctionnent avec des carburants liquides de type essence ou fuel.

Les matériels mobiles

Les matériels mobiles sont les tunneliers et les matériels associés. Les tunneliers, et le train « usine » qui suit chacun d'eux, fonctionnent à partir de moteurs électriques de 350 kW de puissance dont le nombre est adapté aux caractéristiques du tunnel à creuser et à la géologie locale.

Les tunneliers du Grand Paris Express sont alimentés par 8 moteurs de ce type. Le train suiveur présente lui aussi des moteurs électriques, de moindre puissance : le convoyeur à bande (pour les terres excavées sans boue) est alimenté par un moteur de 55 kW de puissance.

En termes d'ondes électromagnétiques, les émissions de ces moteurs restent compatibles avec les valeurs de référence indiquées dans l'état initial du présent dossier, en particulier celles relatives à la santé humaine. Les champs électriques et magnétiques ont une faible portée : ils sont fortement atténués à une faible distance. Ils restent donc confinés dans le tunnel.

En pratique, dès l'extérieur du tunnel, ces champs sont réduits. De plus, le ferraillage du béton des voussoirs joue le rôle de cage de Faraday et donc limite très fortement l'existence de ces champs.

Pour les personnels faisant fonctionner ces machines, les impacts sont faibles. Les constructeurs ont pris les dispositions nécessaires. Les simulations ci-dessous, transposables aux machines de type tunnelier, montrent que les postes de conduite ne sont pas atteints par des ondes dépassant les valeurs de référence.

Les matériels fixes

Les matériels fixes sont situés sur la base chantier. Leur nature et spécificité ne sont pas connues à l'heure actuelle mais une typologie des matériels présents peut d'ores et déjà être dressée :

- Les grues : ces matériels fonctionnent à l'électricité principalement. La puissance des moteurs, donc l'intensité des champs électriques et magnétiques émis, dépend directement de la puissance de la grue. Les constructeurs de ces engins ont pris les dispositions nécessaires pour limiter la portée de ces champs en dehors du confinement moteur ;

- Les engins mobiles de chargement/déchargement : ces engins fonctionnent principalement avec des carburants liquides. Ils disposent néanmoins en leur sein de dispositifs électriques émetteurs de champs électromagnétiques. De par leur puissance, ces champs sont confinés à l'échelle de l'engin ;

- Les câbles d'alimentation d'installations fixes : ces câbles, assurant la liaison entre le réseau électrique général et diverses installations fixes, émettent des champs électromagnétiques. L'isolant qui constitue la gaine et, pour ceux qui sont enterrés, la terre qui les recouvre, limitent fortement la puissance et la portée des champs électromagnétiques générés.

En pratique, les matériels émetteurs de champs électromagnétiques présents sur la base chantier présentent tous des dispositions permettant d'en réduire la portée.

Les impacts directs liés à ces champs et aux ondes électromagnétiques associées sont donc très faibles à nuls.

21.1.1.2. Impacts indirects

Aucun impact indirect n'est identifié en phase chantier.

21.1.1.3. Impacts cumulés

Aucun impact cumulé n'est identifié en phase chantier.

21.1.2. Mesures

21.1.2.1. Mesures d'évitement

Le chantier nécessitant l'emploi de matériels électriques générateurs d'ondes électromagnétiques, les mesures d'évitement ne peuvent être envisagées.

21.1.2.2. Mesures de réduction

Ces mesures ont pour objectif de limiter les émissions d'ondes électromagnétiques dues au chantier.

- Choisir des matériels performants sur ce critère

Il s'agit d'optimiser les matériels entre leur efficacité sur le chantier et les doses d'ondes électromagnétiques émises. Le respect des valeurs de référence est l'un des critères de mesure, donc de choix des matériels concernés.

- Mise en place de cages de Faraday ou équivalent

En cas d'utilisation de matériel fortement émetteur d'ondes électromagnétiques, il existe des moyens « d'isolement » de ces matériels pour en limiter spatialement les effets sur le principe de la cage de Faraday.

Ce type de mesure est d'autant plus important dans les zones où des matériels sensibles à ces ondes existent (hôpitaux, centres de recherche).

- Mise en place d'instruments de mesure en limite de chantier pour la durée du chantier

Cette mesure permet de quantifier réellement l'impact sur chaque chantier.

21.1.2.3. Effets résiduels

Les ondes électromagnétiques émises par les chantiers resteront en dessous des valeurs de référence en dehors du tunnel et en dehors des emprises chantier.

Elles le sont aussi dans les emprises chantier, les matériels électriques utilisés étant localisés et équipés de systèmes limitants.

21.1.2.4. Mesures de compensation et de suivi dans le temps

Etant donné l'absence d'impacts significatifs pendant les travaux, aucune mesure de compensation ou de suivi dans le temps n'est prévue.

21.2. Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant les ondes électromagnétiques

Les impacts sont liés au système électrique de fonctionnement du métro :

- le rail d'alimentation ou la caténaire ;
- la motrice et les systèmes radio do communication avec le Poste de Commandement.

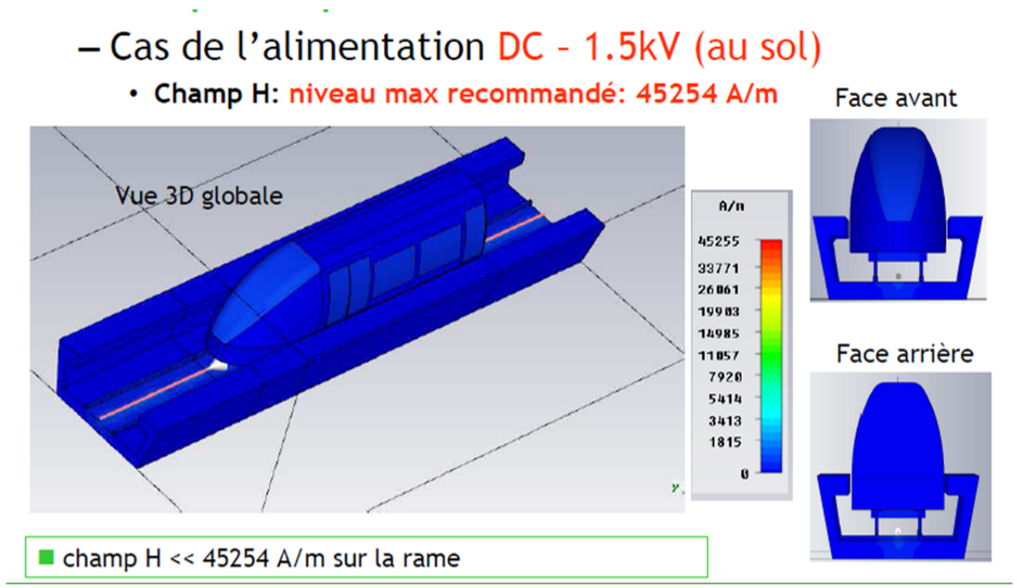
Le type d'alimentation électrique prévu pour le fonctionnement des rames des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord diffère selon la ligne :

- Sur les lignes 16 et 17 Sud l'alimentation se fait par un profilé aérien de contact, une caténaire, alimenté en 1 500 V continu ;
- Sur la ligne 14 Nord l'alimentation se fait par un troisième rail alimenté en 750 V continu.

21.2.1.1. Impacts directs

Le métro est alimenté par un courant continu de 1 500 volts.

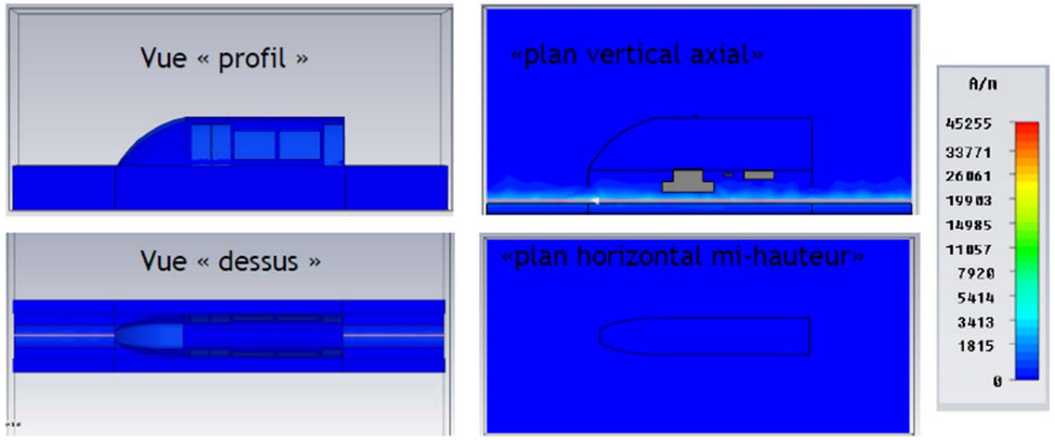
Les figures ci-après, issues de simulations de champs électriques (E) et de champs magnétiques (H) en provenance d'une caténaire montrent que les niveaux de ces champs, donc celui des ondes électromagnétiques, sont forts dans des zones très peu étendues autour des sources et diminuent très vite, de sorte que les zones de présence du public ou des personnels présentent des champs faibles, largement compatibles avec les valeurs de référence.



Caténaire au sol – Simulation du champ magnétique – Vue 3D

– Cas de l'alimentation DC - 1.5kV (au sol)

• **Champ H:** niveau max recommandé: 45254 A/m

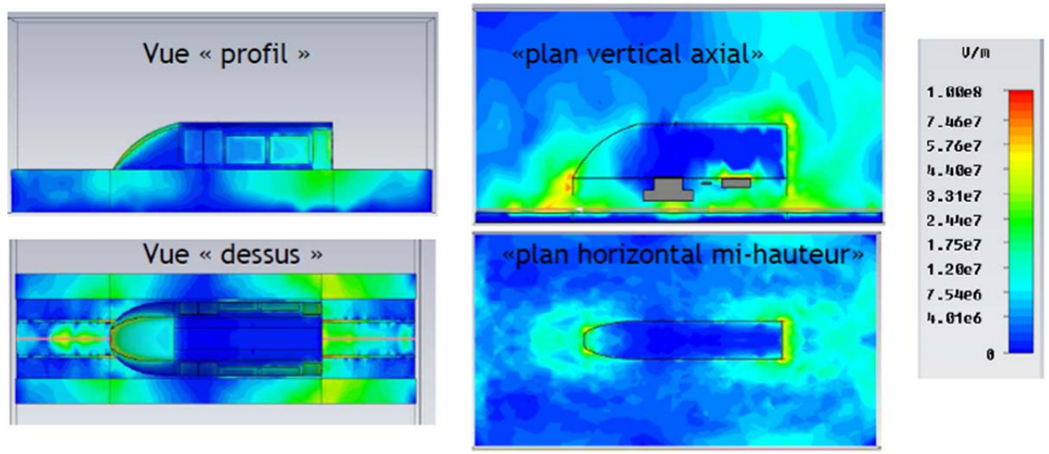


■ champ H << 45254 A/m à l'intérieur de la rame

Caténaire au sol – Simulation du champ magnétique – Vue de profil et du dessus

– Cas de l'alimentation DC - 1.5kV (au sol)

• **Champ E:** pas de recommandation

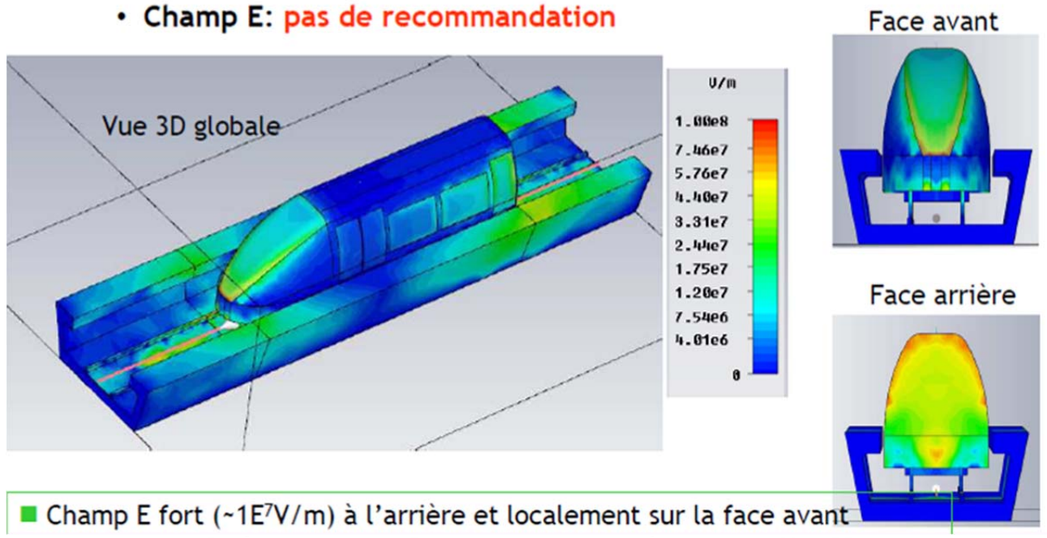


■ Champ E fort (~1E^{7}V/m) en-dessous, à l'avant et à l'arrière de la rame

Caténaire au sol – Simulation du champ électrique – Vue de profil et du dessus

– Cas de l'alimentation DC - 1.5kV (au sol)

• **Champ E:** pas de recommandation

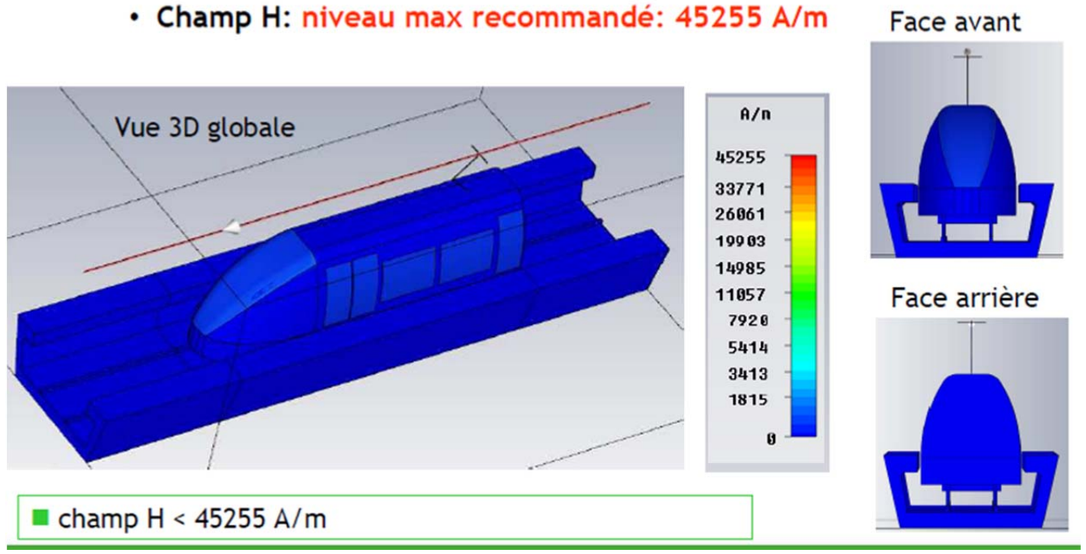


■ Champ E fort (~1E^{7}V/m) à l'arrière et localement sur la face avant

Caténaire au sol – Simulation du champ électrique – Vue 3D

– Cas de l'alimentation DC - 1.5kV/800A

• **Champ H:** niveau max recommandé: 45255 A/m

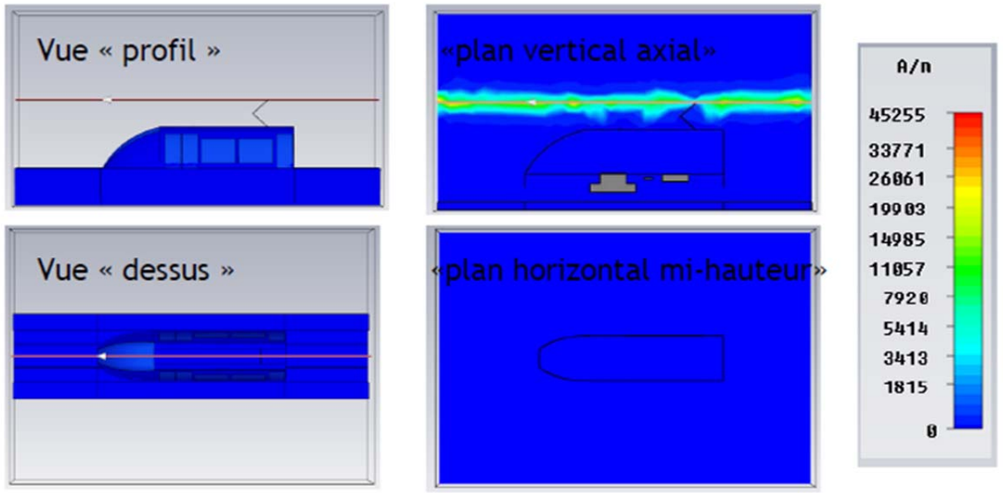


■ champ H < 45255 A/m

Caténaire supérieure – Simulation du champ magnétique – Vue 3D

– Cas de l'alimentation DC - 1.5kV/800A

- **Champ H:** niveau max recommandé: 45255 A/m

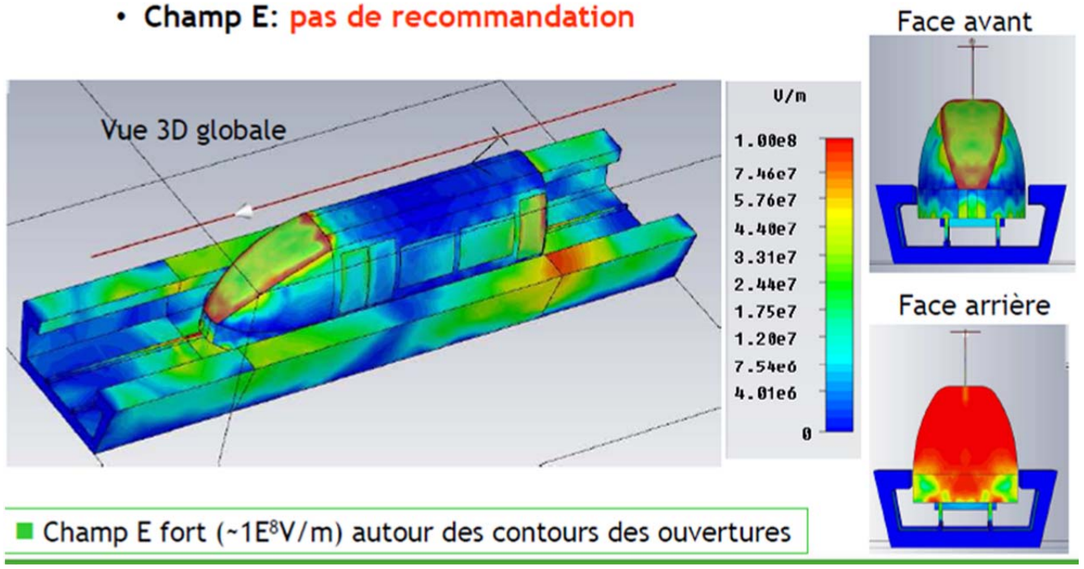


hamp H < 45255 A/m

Caténaire supérieure – Simulation du champ magnétique – Vue de profil et du dessus

– Cas de l'alimentation DC - 1.5kV/800A

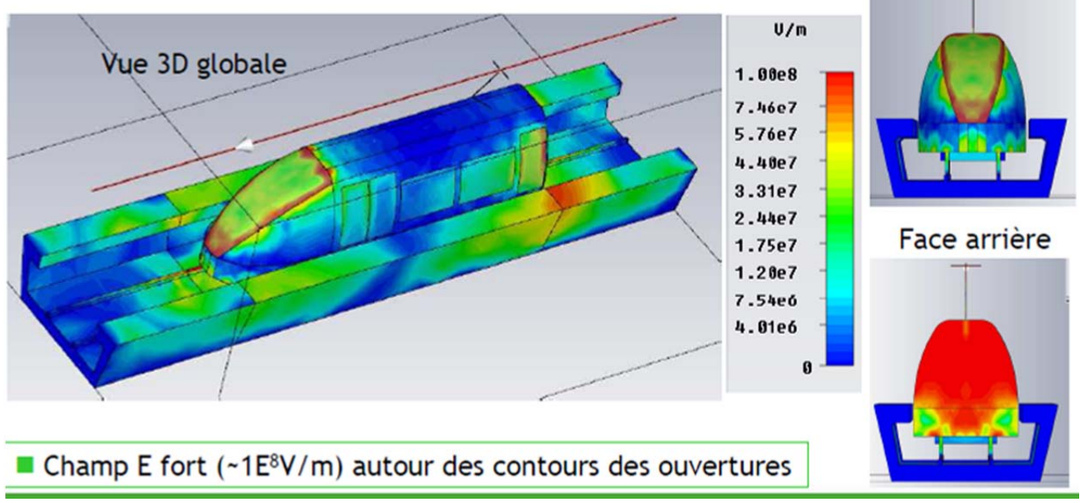
- **Champ E:** pas de recommandation



Caténaire supérieure – Simulation du champ électrique – Vue 3D

– Cas de l'alimentation DC - 1.5kV/800A

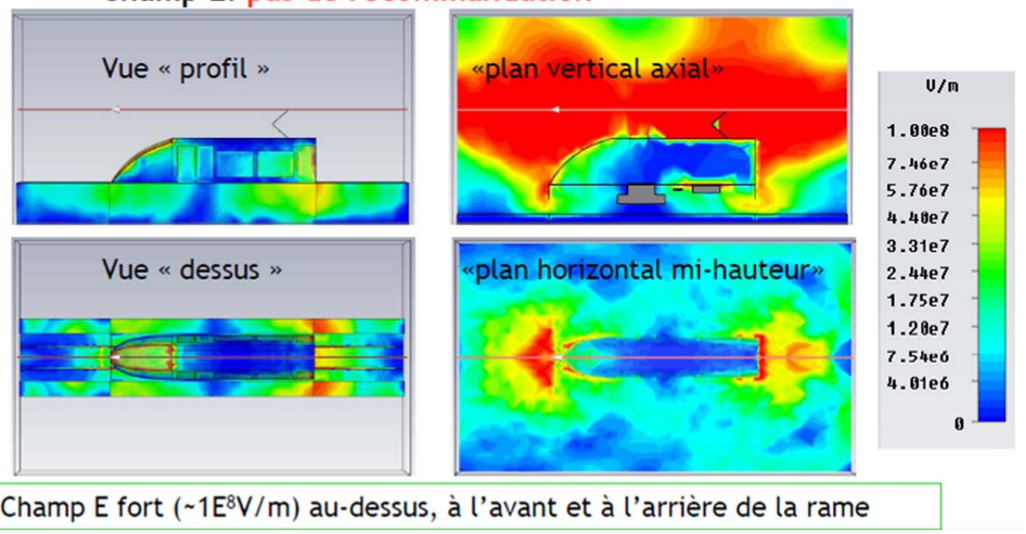
- **Champ E:** pas de recommandation



Caténaire supérieure – Simulation du champ magnétique – Vue de profil et du dessus

– Cas de l'alimentation DC - 1.5kV/800A(*)

- **Champ E:** pas de recommandation



Caténaire supérieure – Simulation du champ électrique – Vue de profil et du dessus

Comme le montrent les figures ci-avant, les impacts liés au système électrique du métro sont peu étendus et restent limités à des zones restreintes autour des sources.

Les zones fréquentées par le personnel et les voyageurs ne sont pas atteintes.

Il n'y a donc pas d'impact lié aux ondes électromagnétiques.

Il n'y a pas non plus d'impact lié aux systèmes radio car ces systèmes sont moins puissants que la caténaire. Ils restent, comme les précédents, limités aux zones de proximité des sources.

Toutefois, des mesures de champs électromagnétiques seront réalisées après mise en service des installations afin de s'assurer de l'absence de perturbations électromagnétiques et radioélectriques

21.3. Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement concernant les ondes électromagnétiques

Les impacts du projet liés aux ondes électromagnétiques sont faibles à négligeables.

Les zones où les champs électriques et magnétiques générateurs d'ondes sont suffisamment puissants pour générer des ondes ayant un impact potentiel ne concernent pas les zones fréquentées par les voyageurs et les personnels.

22. Santé et sécurité

La santé des franciliens sera impactée de diverses manières par le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord du Grand Paris Express, la plupart en lien avec la diminution de trafic routier induite par le projet.

L'analyse porte donc dans un premier de temps sur la qualité de l'air qui sera influencée par le trafic routier mais représente également un enjeu à l'intérieur des gares et du métro.

Elle se poursuit dans un second temps avec l'évaluation des impacts du projet sur la sécurité routière.

L'évaluation des effets du projet sur l'environnement sonore est traitée dans le chapitre « 19 - environnement sonore »situé ci-avant dans le présent dossier.

22.1. Santé

Les enjeux et impacts traités ici sont relatifs à la qualité de l'air.

22.1.1. Rappel des enjeux

L'impact du projet sur la qualité de l'air est principalement lié à son impact sur le transport routier et sur les émissions de polluants atmosphériques qui en découlent. Le trafic routier étant responsable d'une part importante des émissions de certains polluants atmosphériques (notamment les oxydes d'azote et les particules fines), le métro pourrait influencer de manière sensible les concentrations de ces polluants. Cette influence représente un enjeu important du projet, les seuils de pollutions de certains polluants pouvant causer des impacts sur l'environnement et la santé sont fréquemment dépassés en Ile-de-France.

Le métro lui-même n'émet que des quantités très limitées de polluants atmosphériques. Ces émissions peuvent cependant mener à des concentrations en polluants relativement élevées dans les gares et à proximité des puits de ventilation.

La réduction des émissions passe également par un développement de la ville autour de centres névralgiques de transport en commun. La concentration des activités et la densification des logements autour des futures gares ainsi que l'aménagement de la desserte de ces gares par les modes doux représentent donc aussi un enjeu pour permettre d'éviter l'émission de polluants due au trafic dit du « dernier kilomètre », c'est-à-dire depuis le point de départ/arrivée et la gare.

A l'intérieur des espaces confinés du métro, l'enjeu consistera à étudier les possibilités de limiter les concentrations de particules fines et à sélectionner un matériel roulant le moins émissif possible. La localisation des puits de ventilation devra également être définie de manière stratégique afin de limiter l'exposition prolongée des personnes.

Les travaux de construction de l'infrastructure pourraient, par ailleurs, induire des émissions de polluants atmosphériques, notamment par la mise en suspension de poussières et par le charroi nécessaire à l'acheminement des matériaux et à l'évacuation des déblais. L'enjeu au cours de cette phase sera donc de choisir les méthodes de travail les moins émissives possibles et de mettre en place des mesures afin de limiter les émissions de polluants atmosphériques.

En ce qui concerne les émissions provenant de la circulation automobile, l'impact du projet a été évalué grâce au modèle de transport de la DRIEA décrit dans le chapitre mobilité, au logiciel COPERT IV (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) et à un modèle de dispersion des polluants. L'analyse a ainsi permis de quantifier et de cartographier les émissions et concentrations à l'horizon 2030 en situation de référence et en situation de projet sur l'ensemble du territoire de l'Ile-de-France.

Les polluants considérés sont les oxydes d'azote (NO_x), le dioxyde de soufre (SO_2), les particules fines (PM), le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures non méthanique (COVNM), le benzène, le nickel (Ni) et le cadmium (Cd), car ils constituent de bons indicateurs des émissions du trafic routier. Par ailleurs, ces polluants représentent un enjeu important pour le projet car les concentrations de certains d'entre eux (en particulier le NO_2 et les PM) dépassent régulièrement les valeurs limites annuelles[17] à proximité des grands axes routiers.

Outre l'application des mesures réglementaires nationales sur les concentrations des principaux polluants, des plans spécifiques pour l'air sont prévus à l'échelle de l'Ile-de-France depuis la LAURE[18]: en l'occurrence le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)[19] et le Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA)[20]. Ces deux documents fixent des objectifs chiffrés en termes de concentrations de polluants visant à améliorer la qualité de l'air.

22.1.2. Impacts en phase chantier

Les sorties d'engins et de camions du chantier provoquent des dépôts de terre et de boue sur la voie publique, en particulier lors des phases de terrassement ou de démolition. Outre les nuisances visuelles, ces dépôts sont source d'insécurité car ils rendent la chaussée glissante. La circulation des engins et camions mettent également en suspension dans l'air des poussières et particules fines.

Les émissions de poussières peuvent également survenir lors du déchargement des matériaux de construction, lors du remplissage des bennes avec les déblais ou lors des remplissages des silos à ciment. De même, lors de certaines phases d'abattage, les chantiers de démolition provoquent des nuages de poussière.

L'utilisation d'engins de chantier à moteur thermique est également une source de nuisance supplémentaire de pollution de l'air.

Les ouvrages des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord se situant pour la plupart en milieu urbain dense, l'altération de la qualité de l'air local, le salissement des parcelles et des façades environnantes ainsi que les nuisances induites par les engins de chantier représentent des problématiques majeures à prendre en compte lors de la phase chantier du projet.

---

[17] *La qualité de l'air en Ile-de-France en 2008, AIRPARIF, avril 2009*

[18] *Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie, 1996*

[19] *Plan de Protection de l'Atmosphère, Ile-de-France, Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement*

[20] *Plan Régional de la Qualité de l'Air, Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement*

22.1.3. Impacts en phase exploitation

22.1.3.1. Impacts sur la circulation routière

Le calcul des émissions de polluants en phase d'exploitation a été basé sur la méthodologie COPERT IV et sur un modèle de dispersion des polluants. De manière synthétique, cette méthodologie européenne permet le calcul des émissions de polluants du transport routier à partir des hypothèses de constitution du parc automobile et des conditions de trafic. Les hypothèses retenues ont été détaillées dans l'étude globale et ne sont pas reprises dans le présent rapport.

Le calcul des émissions se base également sur les flux de trafic annuels et les vitesses moyennes des véhicules. Ces données ont été obtenues à partir des résultats du modèle de transport.

À l'horizon 2035, les résultats montrent que la mise en service de l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris permet une réduction de 775 millions de véhicules.km au sein de la circulation sur le réseau routier de l'Île-de-France (en considérant les hypothèses centrales).

Émissions de la situation de référence

En 2035, globalement, la pollution est en forte diminution (cf. tableau ci-après) grâce, principalement, à l'amélioration du parc automobile. Entre la situation initiale et la situation de référence, les émissions de NO_x diminuent de 82 % entre 2005 et 2035. Cette diminution s'explique par le renouvellement du parc automobile et l'introduction progressive des véhicules catalysés. En ce qui concerne l'évolution des émissions de particules fines, qui sont majoritairement émises par les véhicules diesel, on constate une diminution de 73 % sur cette période. Cela est dû à la généralisation des filtres à particules dans les années à venir. On observe donc des diminutions très importantes et ce, malgré la progression du trafic automobile entre 2005 et 2035 (entre + 4% et + 5%). Le CO, les COVNM et le benzène réagissent sensiblement de la même façon, avec respectivement 79%, 85% et 86% d'émissions en moins. En revanche, les émissions de nickel et cadmium augmentent. Ces derniers sont essentiellement dus à l'usure des véhicules (parties métalliques, plaquettes de freins, moteurs…) qui ne sont pas influencées par les normes mais dépendent directement de la quantité de trafic, globalement en croissance entre 2005 et 2035. Les émissions de SO_2 sont considérées comme nulles, le carburant (source du soufre) se voyant pratiquement entièrement désulfuré.

On distingue donc entre la situation initiale et la situation de référence trois profils d'évolution différents :

- pour les PM, les NO_x, le CO, les COVNM et le benzène, les émissions entre 2005 et 2035 sont diminuées grâce à l'évolution du parc roulant (objectifs réglementaires, volonté des constructeurs…) (catégorie 1 du tableau ci-après) ;
- pour le SO_2, cas particulier, les émissions seront nulles en 2035 grâce à la volonté de désulfurer au maximum le carburant lors de la production (catégorie 2 du tableau ci-après) ;
- enfin, pour les métaux lourds (nickel et cadmium), les émissions résultent essentiellement des frottements : leurs émissions augmentent d'ici 2035, car d'une manière générale, le trafic augmente (catégorie 3 du tableau ci-après).

		PM_{10}	NO_x	CO	COVNM	benzène	SO_2	Ni	Cd
		t/an	t/an	t/an	t/an	t/an	t/an	kg/an	kg/an
Situation initiale (2005)		6158	62248	123406	22441	1320	0	149	48
Hypothèses centrales	**référence**	1637	11070	25399	3282	186	0	177	57
	projet	1619	10892	24998	3230	183	0	175	56
	réduction des émissions référence – sit. init. (%)	-73%	-82%	-79%	-85%	-86%		19%	19%
	projet - référence	-19	-178	-401	-52	-3	0	-2	-1
	réduction des émissions projet – référence (%)	-1.1%	-1.6%	-1.6%	-1.6%	-1.5%	0	-1.3%	-1.4%

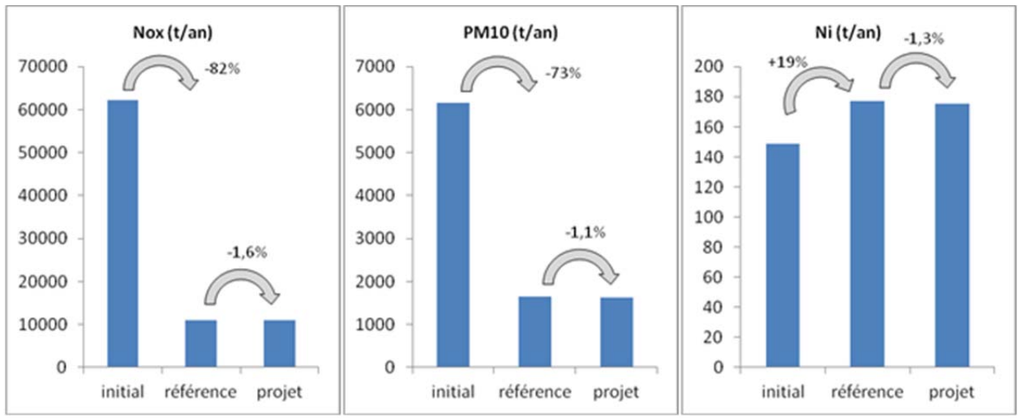
1 2 3

Comparaison des émissions annuelles 2005 et 2035 pour les PM_{10}, NO_x, CO, COVNM, benzène, SO_2, Nickel et Cadmium.

Emissions en situation de projet

En situation avec le projet, les émissions des divers polluants diminuent par rapport à la situation de référence entre -1,1 % et -1,6 % selon les polluants et les scénarios (cf. figure ci-après). La réduction de trafic que crée l'arrivée de l'infrastructure du Réseau de Transport du Grand Paris Express a donc des conséquences globalement positives en termes d'émissions de polluants atmosphériques.

Ainsi, les émissions de particules fines <10µm issues du trafic routier sont réduites de 19 tonnes par an. Les émissions de NO_x diminuent quant à elles de 178 tonnes par an. Ces variations sont non négligeables mais relativement faibles par rapports aux évolutions prévues entre la situation initiale en 2005 et la situation projetée en 2035, comme le montre la figure ci-dessous, pour chacune des trois catégories de polluants identifiées précédemment.

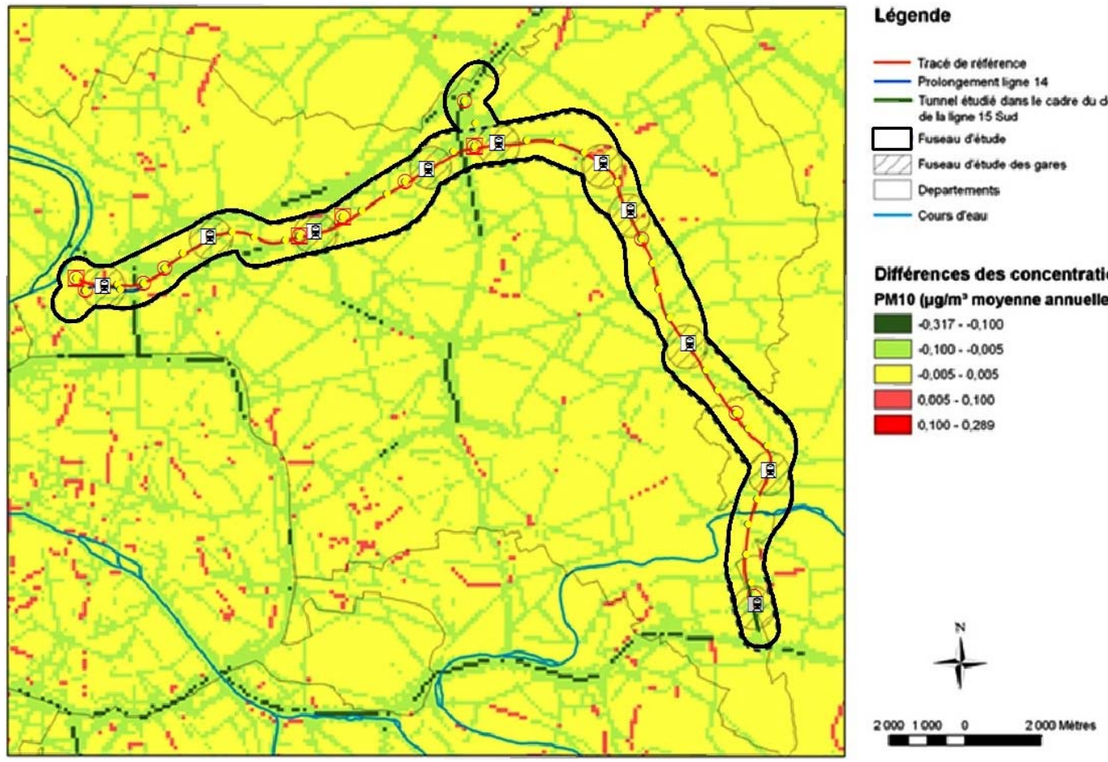


Comparaison des émissions annuelles 2005, 2035 en situation de référence et en situation avec projet, pour les PM_{10}, le NO_x et le Nickel (hypothèses centrales)

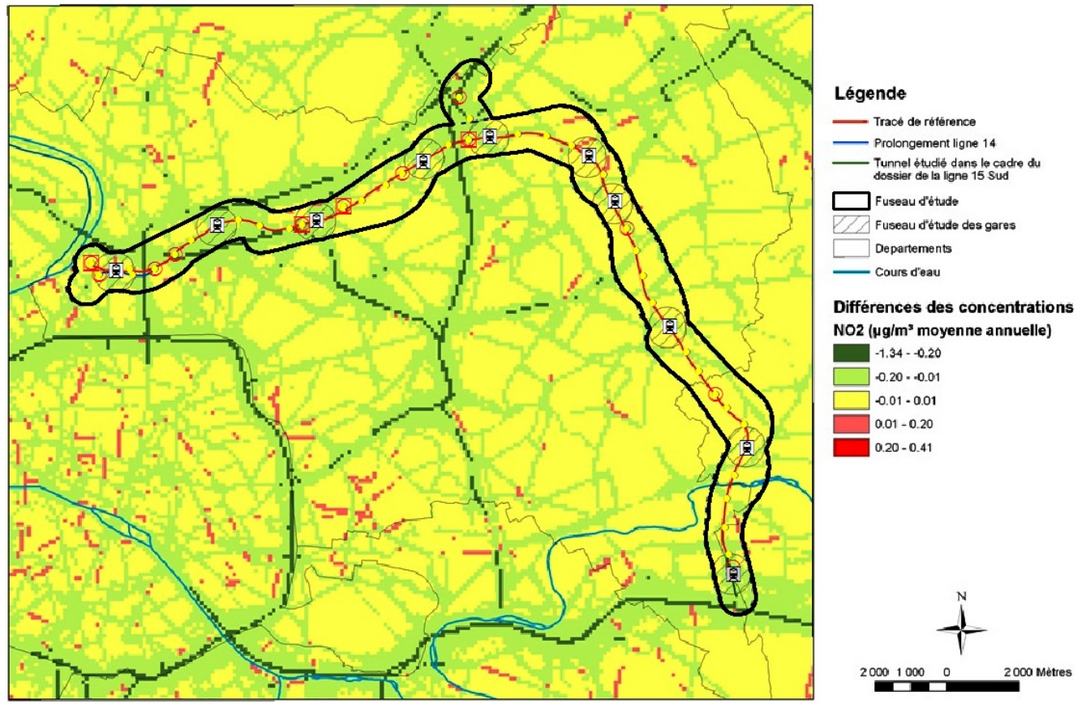
Répartition spatiale des émissions et impact sur les concentrations

De manière générale, les émissions sont fortement liées aux flux de trafic. Ainsi, sur la plupart des axes routiers subissant une réduction des flux de trafic suite à l'arrivée du projet, on observe généralement également une diminution des émissions. Au contraire, lorsque les flux sont plus élevés dans la situation de projet que dans la situation de référence, on observe un accroissement des émissions.

Les figures suivantes représentent les différences de concentrations de PM_{10} et NO_2 entre la situation de projet et la situation de référence à proximité du projet. La couleur verte, correspondant à une amélioration de la qualité de l'air grâce au projet est largement dominante. Seules quelques zones très localisées subissent une légère dégradation de la qualité de l'air suite à une augmentation du trafic sur certains axes.



Différences des concentrations entre la situation de référence et de projet pour les PM10, (hypothèses centrales)



Différences des concentrations entre les situations de référence et de projet, pour le NO_2, (hypothèses centrales)

L'analyse des incidences du Réseau de Transport du Grand Paris Express sur les émissions et concentrations de polluants atmosphériques en Ile-de-France a permis de montrer l'influence positive du projet sur la qualité de l'air.

Au niveau des émissions du trafic routier, le projet induit une diminution variant entre -1,5 et -2% des quantités émises de PM_{10}, NO_x, benzène, CO, COVNM, Ni et Cd. Ces diminutions des émissions induisent à leur tour une diminution des concentrations de polluants sur la majeure partie du territoire de l'Ile de France et principalement le long des grands axes routiers.

Enjeux de la qualité de l'air pour les gares de la Ligne 16

La localisation des nouvelles gares du projet représente un enjeu relativement important vis-à-vis de la qualité de l'air. En effet, les usagers transitant par les gares seront exposés aux concentrations ambiantes de polluants atmosphériques. Les usagers accédant ou sortant du réseau de transport en commun au niveau de ces gares seront également des sources potentielles d'émissions de polluants s'ils décident d'utiliser un véhicule motorisé pour se rendre ou repartir de ces gares.

Les gares du projet ont donc été étudiées afin d'évaluer leur susceptibilité à subir des concentrations élevées de pollutions atmosphériques. Deux paramètres ont été utilisés afin d'identifier les gares les plus susceptibles :

- la quantité de trafic en HPM à proximité de la gare (buffer 500 m) qui renseigne sur la pollution de base ;
- le nombre de personnes entrant et sortant de la gare qui renseigne sur l'influence potentielle supplémentaire de l'implantation de la gare.

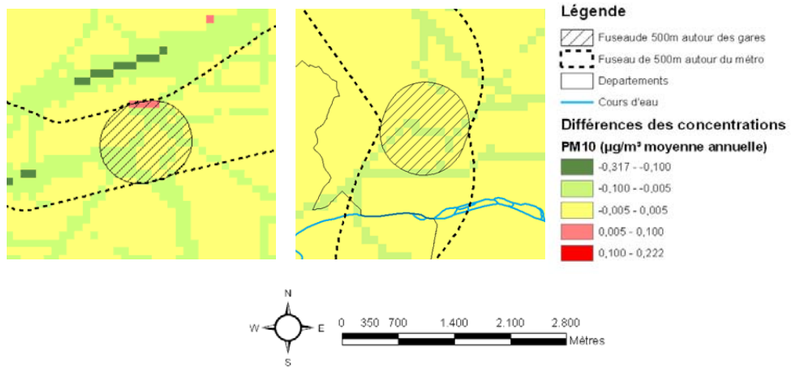
Le tableau ci-dessous reprend les résultats en classant les gares selon l'importance des enjeux vis-à-vis de la qualité de l'air :

	Importance du trafic routier dans la zone d'influence à l'HPM	Importance des flux des voyageurs entrant et sortant de la gare à l'HPM	Enjeu global
Aulnay	faible	très faible	faible
Chelles	très faible	intermédiaire	intermédiaire
Clichy - Montfermeil	très faible	faible	très faible
La Courneuve « Six Routes »	fort	très faible	très faible
Le Blanc-Mesnil	faible	très faible	très faible
Le Bourget RER	intermédiaire	fort	fort
Saint-Denis Pleyel	très faible	intermédiaire	faible
Sevran - Beaudottes	très faible	faible	très faible
Sevran - Livry	très faible	très faible	très faible

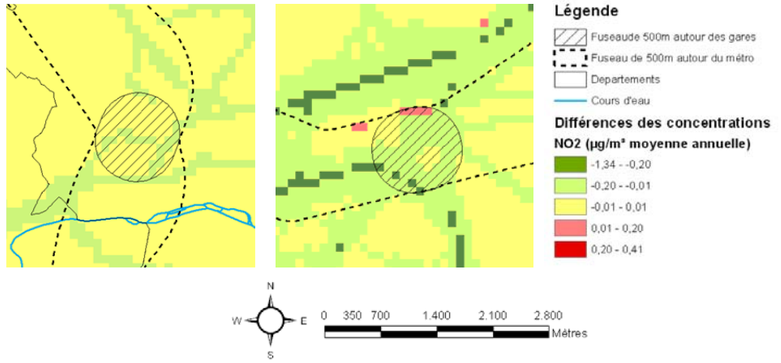
Identification des gares à enjeu du projet.

Les gares à enjeu intermédiaire à fort seront analysées plus en détail ci-après. Il s'agit des gares du Bourget RER et de Chelles.

Les différences de concentrations en PM10 et en NOx entre la situation de référence et la situation avec projet sont représentées à proximité des gares précédemment identifiées dans la figure ci-après.



Zooms sur les gares identifiées comme potentiellement à risque, cas du PM10.



Zooms sur les gares identifiées comme potentiellement à risque, cas du NOx.

La figure révèle que le projet permet généralement de réduire les concentrations en PM10 et en NOx dans les zones des gares, et plus particulièrement le long des axes routiers.

En conclusion, le projet contribue à l'amélioration de la qualité de l'air en Ile-de-France et à proximité du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord. Globalement, le projet permet une réduction de -1,1% à -1,6% des émissions de particules fines (<10µm), NOx, COVNM, benzène, nickel et cadmium d'après les hypothèses centrales.

Les impacts du présent projet sont donc positifs sur l'ensemble de l'aire d'étude considérée. Il convient néanmoins de nuancer cet impact positif à proximité des gares qui peuvent localement engendrer une augmentation du trafic automobile et par conséquent les émissions de polluants.

22.1.3.2. Impacts sur la qualité de l'air dans les gares et le métro

La qualité de l'air dans les espaces intérieurs représente un enjeu important, au vu du temps significatif passé quotidiennement dans des espaces fermés (habitation, bureau, voiture, etc.). De nombreuses études ont donc été menées afin de déterminer les concentrations moyennes dans différents environnements confinés en particulier dans les habitations et les bureaux. Les gares étant des lieux de transit où les usagers ne restent généralement que pour des durées limitées, elles n'ont pas joui de la même attention et seules quelques études ont été réalisées afin d'évaluer les concentrations moyennes en différents polluants dans les gares souterraines.

Dans son rapport sur la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines d'Ile-de-France, la Direction Générale de la Santé récapitule notamment les données concernant différents polluants dont le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO2), les oxydes d'azote (NO et NO2), l'ozone (O3), le dioxyde de soufre (SO2), les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) et les particules en suspension. Les résultats montrent que les concentrations, en monoxyde de carbone, ozone, dioxyde de soufre, HAM, etc. sont équivalentes ou inférieures à celles observées à l'extérieur. Les concentrations en dioxyde d'azote sont, par ailleurs, généralement inférieures aux valeurs des stations de proximité automobile. Par contre, les concentrations en particules fines sont toujours très supérieures dans les enceintes ferroviaires souterraines qu'à l'extérieur.

Les sources de ces concentrations élevées en particules fines sont multiples :

- L'exploitation ferroviaire notamment par l'exploitation du matériel roulant (système de freinage, usure des roues, frottements roues/rails etc.) ;
- Les travaux d'entretiens et de maintenance ;
- Les voyageurs : le mouvement des voyageurs génère des poussières et ralentit la sédimentation des particules en suspension ;
- L'air extérieur, pénétrant dans les enceintes souterraines par les ouvertures des stations et le réseau de ventilation : les polluants de l'air extérieur se retrouvent donc également dans les enceintes souterraines.

Il s'agit donc de sources particulièrement diffuses et dont la participation dans les concentrations finales peut être très variable. Certaines sources sont liées à l'infrastructure elle-même (par exemple les particules générées par le système de freinage) mais d'autres sont totalement indépendantes et inhérentes aux espaces publics (notamment celles générées par les utilisateurs de la gare).

Les effets des particules sur la santé sont issus de leur dépôt dans l'appareil respiratoire, qui dépend de l'ampleur de l'exposition, des conditions physiologiques (fréquence respiratoire, volume inhalé, âge, état de santé, etc.) et des propriétés physico-chimiques des particules (diamètre, charge électrique, etc.).

Ainsi, les particules de diamètre plus élevé se déposent principalement dans les parties supérieures (cavité nasale, larynx, trachée) tandis que les particules les plus fines peuvent pénétrer en profondeur dans les poumons (bronchioles et alvéoles).

De plus, les constituants à l'origine des effets n'ont pas été clairement identifiés, ni leurs mécanismes d'action. Néanmoins, le lien entre exposition et pathologies cardiovasculaires est largement admis. Les particules fines peuvent avoir des effets sur les voies respiratoires supérieures et les bronches (inflammations, aggravation de l'état de santé des personnes atteintes de maladies cardiaques et pulmonaires, stress oxydatif agissant directement sur les fonctions respiratoires…). Elles favorisent également la progression de l'athérosclérose ainsi que des perturbations du système de coagulation. Enfin, associées avec des autres composés, les particules peuvent engendrer des allergies chez les malades atteints de pathologies obstructives (asthme, etc.).

Dans les enceintes souterraines de transport ferroviaire, les particules fines sont caractérisées par de fortes proportions de particules métalliques (dues au matériel roulant) et sont donc très différentes des particules fines présentes dans l'air extérieur (issues d'un mélange de polluants gazeux et particulaires, influencées par les phénomènes de combustion liées au trafic). Ainsi, il est peu significatif de comparer les effets sanitaires des particules fines dans les enceintes souterraines aux valeurs guides pour les pollutions atmosphériques en milieu extérieur et le risque sanitaire potentiel lié à leur exposition reste ainsi à évaluer spécifiquement.

Quelques études épidémiologiques et toxicologiques ont été menées en France et en Europe, mais restent cependant très parcellaires et ne permettent pas de conclure de manière univoque. Les différents travaux menés ont, de plus, conduit à des résultats parfois discordants ou n'ont pas été menés sur des échantillons représentatifs. Cependant plusieurs points sont à soulever :

- Une toxicité accrue au niveau cellulaire par rapport aux particules de l'air extérieur (études menées sur des particules obtenues dans les métros de Londres, Paris et Stockholm). Cependant, les concentrations des extraits de particules auxquels ont été exposées les cellules sont bien plus élevées que celles qui peuvent être atteintes dans les régions alvéolaires des poumons des individus fréquentant ces enceintes souterraines (les effets observés apparaissent à une concentration environ 40 000 fois supérieure). De plus, les effets inflammatoires observés *in vivo* (test chez le rongeur) restent transitoires, ils disparaissent au bout de 24 heures. Cela n'écarte pas toutefois, la question des effets à une exposition répétée à faible dose (d'autres études sont nécessaires) ;
- Une génotoxicité 8 fois plus importante des particules du métro de Stockholm par rapport aux particules prélevées en milieu extérieur a été mise en évidence (provoque, à concentration équivalente, des lésions sur l'ADN) ;
- Le possible rôle du fer dans la toxicité des particules du métro (notamment sa forme soluble ou insoluble ainsi que son état d'oxydation). Cependant, les différentes études menées à ce sujet arrivent à des résultats parfois contradictoires.
- Les études épidémiologiques permettent d'approcher les effets d'une exposition aux polluants des enceintes souterraines de transport ferroviaire via la comparaison de l'état de santé d'individus exposés et non exposés. Les études menées jusqu'à présent ne mettent pas en évidence de risques liés à l'exposition aux polluants des enceintes souterraines de transport ferroviaire sur la santé respiratoire, que ce soit à court ou long terme. Cependant, la plupart des évaluations ont été menées chez les travailleurs, ces résultats ne peuvent donc pas être directement transposés à la population générale qui comporte des populations plus sensibles. Il n'est donc toutefois pas possible de conclure à l'absence de risque.

Du point de vue du cadre règlementaire, pendant longtemps, la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments et espaces clos n'a pas été considérée comme une préoccupation majeure. Ainsi, le cadre réglementaire est restreint et ne concerne qu'une minorité de polluants. Cependant, quelques valeurs guides ont été introduites soit par des instances internationales, soit par des organismes nationaux.

Comme il n'existe pas de critères sanitaires, de Valeurs Toxicologique de Référence (VTR) ou de Valeurs Guide de l'Air Intérieur (VGAI) dans les bases de données habituelles, il est recommandé de suivre les valeurs guides de l'OMS pour l'amélioration de la qualité de l'air intérieur.

	$PM_{2.5}$	PM_{10}
Exposition aiguë (24 heures)	25 µg/m³	50 µg/m³
Exposition chronique (année)	10 µg/m³	20 µg/m³

Valeurs Guides de l'OMS pour les PM10 et PM2.5 pour des expositions par inhalation

Ces valeurs concernent une exposition prolongée et peuvent donc difficilement être interprétées par rapport à une exposition très limitée dans le temps tel qu'un trajet en métro. Seul le Canada propose une valeur guide de courte durée pour l'air intérieur : 100 µg/m³ pour 1h.

En France, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), a rendu le 3 mai 2001, un avis relatif à l'élaboration de valeurs de référence de qualité d'air pour les PM10 dans les enceintes ferroviaires souterraines. Il recommande de tenir compte du temps de séjour des usagers mais également de leurs expositions le reste de la journée à des concentrations dans les différents lieux de vie ne dépassant pas, au total, la valeur limite journalière de la directive européenne 1999/30/CE, y compris les jours de pollution particulaire élevée. Les valeurs pour 8 scénarii correspondant à 4 durées quotidiennes de séjours dans les enceintes ferroviaires souterraines variant de 1h30 à 2h15, et à 2 périodes distinctes huit valeurs rapportées dans le tableau suivant :

	2001	2005
	CLim/jour = 50+ 40% soit 70 µg/m³ **P90extérieur = 33 µg/m³**	**CLim/jour = 50 µg/m³** **P90extérieur = 23 µg/m³**
Tsout = 1h30	VGAIsout < 625 µg/m³	VGAIsout < 455 µg/m³
Tsout =1h45	VGAIsout < 540 µg/m³	VGAIsout < 393 µg/m³
Tsout =2h	VGAIsout < 477 µg/m³	VGAIsout < 347 µg/m³
Tsout =2h15	VGAIsout < 428 µg/m³	VGAIsout < 311 µg/m³
Tsout = temps passé dans l'enceinte ferroviaire souterraine		

Valeurs calculées pour différentes durées d'exposition dans les enceintes ferroviaires souterraines (Direction Générale de la Santé, 200328)

Pour l'année 2010, si le même calcul était appliqué, la concentration de référence s'élèverait à 145 µg/m³ pour Tsout=2h et 250 µg/m³ pour Tsout=1h. Ce calcul présente toutefois des limites puisque d'une part, il ne tient pas compte de la composition des particules, et d'autre part, il ne considère pas l'ensemble des microenvironnements fréquentés par la population. En termes d'objectifs de réduction des concentrations, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) a publié un rapport un 201329 qui préconise une valeur cible (pour l'exposition chronique) de 10µg/m³ pour les PM2.5 et 15µg/m³ pour les PM10 à l'horizon 2025 à atteindre de manière progressive au cours du temps (20 et 30µg en 2015).

Concernant l'évaluation de l'exposition aux particules fines, les sources de ces polluants sont particulièrement diffuses et ne dépendent que partiellement de l'infrastructure elle-même. De plus, le type de matériel roulant, la position exacte et les débits des différents groupes de ventilation n'étant pas encore définis précisément, il n'est pas possible actuellement d'estimer les concentrations moyennes qui seront observées dans les gares du projet.

Des enseignements peuvent, néanmoins, être tirés des mesures effectuées dans différents métros français et à l'international. Les principaux résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

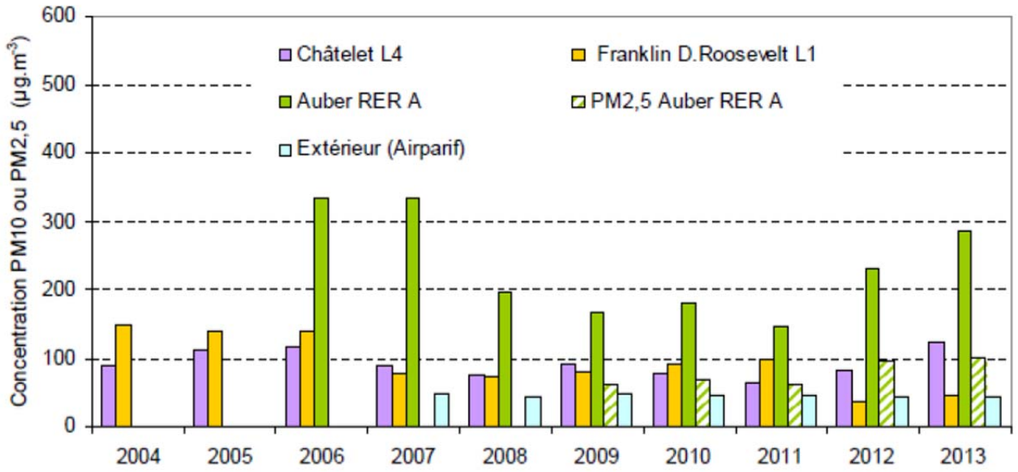
Ville	Année	Valeur moyenne en µg/m³	Valeur horaire maximale en µg/m³
Londres		270-480	
Helsinki		47-60	103
Lyon	2002	80	252
Lille	2007-2008	86	244
Lille	2010	68	257

Concentration en particules $PM_{2.5}$ dans différents métros

Ville	Année	Valeur moyenne µg/m³	Valeur horaire maximale µg/m³
Londres	1998	245-565	
Berlin	1995-1996	141-153	
	1998	139-151	
Séoul	1999	109-189	
Paris	1995-1997	500 (L5)	1200
	1999	85 (L4)	499
		134 (L1)	403
		350 (L7)	
	2000	102 (L4)	500
		139 (L1)	396
		70 (L9)	
Lyon	1998	110-136 (LD)	182
	2002	123-171 (LD)	469
		58-67 (LA)	192
Tram de Rouen	2005	94	246
Toulouse	2004	91 (LA)	301
	2005	141 (LA)	493
	été 2006	127 (Quai JJ)	1094
		125 (quai Esquirol)	537
	hiver 2006	165 (quai JJ)	501
		102 (quai Esquirol)	469
Lille	2005	139	
	2007-2008	39-67 (hall)	271
		44-114 (quai)	542
		60-136 (tunnel)	357
	2010	101 (hall)	794
		108 (quai)	370
		120 (tunnel)	356
Rennes	2004	56-82	153-239
	2005	35-47	181-188
Rome	2006	348-479	
Marseille	2011	74-90	285

Concentration en particules PM_{10} dans différents métros

La qualité de l'air est également suivie quotidiennement par la RATP dans les espaces souterrains du réseau francilien grâce au dispositif de surveillance SQUALES (Surveillance de la Qualité de l'Air de l'Environnement Souterrain). Les résultats sont présentés dans la figure suivante.



Concentrations en PM_{10} (et $PM_{2.5}$) dans différentes station du réseau francilien (Bilan annuel SQUALES 2013, RATP)

Les résultats illustrent que les concentrations peuvent être très variables entre différentes villes mais aussi entre différents types de matériel roulant, les concentrations dans la gare de RER Auber étant largement plus élevées que dans les gares de métro.

L'évaluation des risques sanitaires encourus est rendue très complexe par l'absence de Valeur Toxicologique de Référence (VTR) pour les $PM_{2,5}$ et les PM_{10} ainsi que par l'incertitude sur les concentrations futures dans les gares du projet.

Selon les données disponibles, il est néanmoins possible d'évaluer les risques potentiels de nuisances pour la santé des utilisateurs. Concernant la durée d'exposition, la RATP et la SNCF indiquent que la durée moyenne journalière passée en souterrain par les usagers de leur réseau est de l'ordre d'une heure. En 2010, d'après l'Enquête Globale Transport, un jour ouvrable moyen, la portée moyenne d'un trajet en métro est quant à elle de 3,12 km et le temps trajet moyen est de 7,5 min (hors correspondances). Le temps d'exposition peut donc être très variable et s'étaler de quelques minutes pour un utilisateur effectuant un trajet simple à plus d'une heure pour un utilisateur effectuant plusieurs trajets de plus longue durée. Dans l'hypothèse maximaliste d'une durée d'utilisation de 1h, et d'après les scénarios du CSHPF, la concentration ne devrait pas dépasser 250 µg/m³ (en 2010). D'après les résultats des mesures dans les différentes gares de métro actuelles, les concentrations moyennes dépassent rarement 150 à 200 µg/m³. Ainsi, le risque potentiel pour la santé des usagers est faible selon ces valeurs guides.

Il faudra néanmoins veiller à limiter au maximum les concentrations dans les gares et le métro et de surveiller la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines du projet afin d'entreprendre des actions correctives si nécessaire.

L'air extérieur à proximité des puits de ventilation pourra également être légèrement impacté. Les concentrations seront cependant rapidement diluées dans l'air extérieur et le risque devrait donc être encore plus limité qu'à l'intérieur du métro. Les aménagements de ces puits seront néanmoins pensés de manière à éviter les expositions prolongées.

22.1.4. Mesures en phase chantier

Plusieurs types de mesures peuvent être mis en place afin de limiter les effets du chantier sur la qualité de l'air.

22.1.4.1. Privilégier le transport fluvial des matériaux et déblais si possible.

Concernant le transport de matériaux ou de déblais, le transport routier constitue actuellement le mode d'acheminement le plus courant vers les installations de traitement, de stockage ou vers les carrières en Ile-de-France. Or, le transport routier émet beaucoup plus de polluants atmosphériques que le transport fluvial ou le fret ferroviaire.

Les quantités de déblais à évacuer et de matériaux à acheminer étant très importantes, il est donc fondamental d'en organiser l'évacuation et l'acheminement afin de limiter les distances parcourues et les impacts induits sur la qualité de l'air.

Cette rationalisation et optimisation passera, tout d'abord, par la réduction des quantités de déblais à évacuer. Pour ce faire, il sera envisagé autant que possible la réutilisation des terres excavées à proximité du chantier (y compris pour le comblement de carrières).

Les distances parcourues par les camions seront également limitées au maximum en privilégiant les sites de stockage ou de traitement situés à proximité du chantier.

Enfin, dans la mesure du possible, il conviendra de mettre ne place des plateformes multimodales de stockage, de tri, et d'évacuation des déblais soit par voie fluviale, soit par voie ferrée selon les possibilités qui seront étudiées en phase PRO.

22.1.4.2. Plans locaux de circulation temporaires

L'impact des camions sur le trafic et les émissions de polluants pourra être minimisé :

- en définissant un plan de circulation tenant compte des particularités locales pour permettre de réduire les incidences. Ce plan sera spatial et temporel afin d'éviter les axes congestionnés et les pics de pollutions.
- en prévoyant un phasage des chantiers. Les chantiers conduits simultanément génèrent des effets qui se cumulent, voire s'amplifient en fonction de la localisation géographique.

22.1.4.3. Limitation de l'émission de poussières

Les zones de chantier étant situées principalement en zones urbaines, il sera également important de limiter au maximum les émissions de polluants atmosphériques afin de limiter les impacts sur les zones proches. Ces émissions concernent principalement les émissions de particules fines.

Afin de limiter l'émission de poussières, les recommandations suivantes peuvent être faites :

- stocker les produits pulvérulents tels que le ciment, en silos avec un filtre à manches ;
- utiliser la technique d'humidification pour réduire la production et la diffusion des grosses poussières lors des travaux de terrassement. En effet, un temps sec et venteux accroîtra le développement des poussières et la diffusion de celles-ci. Si ce n'est possible, dans la mesure du possible, différer les activités ;
- entreposer le sable fin à l'abri du vent et/ou l'humidifier ;
- humidifier les routes par temps sec et, sur le chantier, humidifier superficiellement les voies d'accès afin de diminuer les nuages de poussières soulevées par les camions ;
- nettoyer la route à la sortie du chantier ;
- nettoyer les roues des camions à la sortie du site notamment avec des fosses de lavage;
- bâcher les camions qui transportent des terres ou des matériaux poussiéreux ;
- mouiller les matériaux lors des découpes produisant de la poussière ;

22.1.5. Mesures en phase exploitation

Les mesures envisagées pour atténuer les effets des impacts en phase exploitation sont détaillées ci-après.

22.1.5.1. Qualité de l'air en Ile-de-France et à proximité des gares du projet

Comme l'a montré l'analyse des impacts, le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, et plus globalement l'ensemble du programme du Grand Paris Express, devrait permettre de réduire les émissions et les concentrations de polluants atmosphériques en Ile-de-France et à proximité du projet.

La baisse des émissions de polluants est un impact positif et directement lié au report modal de la route vers les transports en commun. Toutes les mesures incitant à l'utilisation des transports en commun au détriment des véhicules particuliers devraient donc entraîner une augmentation du report modal et par conséquent provoquer une amélioration supplémentaire de la qualité de l'air.

La plupart de ces mesures sont du ressort des pouvoirs publics et doivent être pensées de manière stratégique à l'échelle régionale, puis transcrites de manière opérationnelle à l'échelle locale.

Il est également possible de rendre l'utilisation des transports en commun plus attractive, par exemple en instaurant des tarifs combinés ou en créant des aires de stationnement aux abords des gares afin d'inciter au rabattement des automobilistes.

Parmi ces mesures, on retrouve d'abord celles qui influencent directement l'utilisation des véhicules particuliers, par exemple, la mise en place d'une politique de stationnement restrictive en zones urbaines denses ou d'un péage urbain. Ces mesures rendent l'utilisation de la voiture plus onéreuse et ont un effet dissuasif.

En parallèle, toutes les mesures visant à améliorer la qualité de l'utilisation des modes « doux » de déplacement permettront d'opérer un changement effectif du comportement de déplacement des individus. La notion de « qualité » englobe toutes les composantes liées à la tarification d'un moyen de transport, à la qualité de sa desserte, à son confort d'utilisation, à la sécurité d'un trajet, etc. Parmi ces mesures, on peut citer notamment : la création d'aménagements urbains adaptés aux cyclistes et aux piétons (stationnement, pistes cyclables, éclairage, signalisation, etc.)

Le métro du Grand Paris améliore, par ailleurs, la desserte en transport en commun de nombreuses zones du territoire de l'Ile-de-France. Il permet dans ce sens une augmentation importante de l'acceptabilité de mesures plus restrictives comme la circulation alternée ou l'interdiction aux véhicules les plus polluants de circuler en cas de pic de pollution. À ce titre, la Ligne 16 permettra, par sa position, de renforcer cette desserte puisqu'elle permet de relier la branche ouest de la ligne orange (à Noisy-Champs) au nord de la ligne rouge (reliant la Ligne 17 du Bourget RER au Mesnil-Amelot en passant par l'Aéroport CDG), ainsi que d'assurer la correspondance de l'ensemble des lignes ferroviaires radiales qu'il croise (notamment les RER A, B, et E).

L'aménagement de l'espace rural et urbain doit également être pensé en cohérence avec la politique de transport menée. En effet, l'implantation des zones d'habitation et des bassins d'emploi a des conséquences directes sur les déplacements domicile/travail et donc sur les flux de trafic routier, émetteurs de polluants. Un levier efficace pour réduire les distances de déplacements et, ainsi, inciter à l'utilisation de modes de transports alternatifs est la densification de l'urbanisation couplée à une mixité urbaine et fonctionnelle, en particulier autour des gares. Les contrats de développement territorial prévus par la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris seront, dans ce cadre, un outil déterminant pour renforcer les effets de l'infrastructure.

L'analyse des variations de concentrations de polluants atmosphériques entre la situation de référence et la situation de projet a montré l'effet positif du projet principalement le long des grands axes routiers. L'analyse a également montré que certaines zones localisées pouvaient, au contraire, subir une augmentation de trafic limitée et donc une augmentation des concentrations de polluants. Il est évident qu'un changement profond du système de transport tel que celui insufflé par l'arrivée du Grand Paris modifie l'ensemble des flux de trafic et peut mener dans certaines zones à des augmentations de trafic. Il n'est pas possible à ce stade de planifier l'organisation de toutes les routes locales de l'Ile-de-France. Cependant, il sera crucial pour toutes les communes fortement impactées par l'arrivée du Grand Paris d'adapter leur plan de circulation. Des mesures locales devraient ainsi permettre de rediriger le trafic routier afin de protéger les zones d'habitats.

En ce qui concerne les gares identifiées comme à enjeux (Le Bourget RER, Chelles), le trafic routier dans leurs zones d'influence devra être réduit au maximum afin de diminuer les concentrations en polluants atmosphériques à proximité des gares, où le nombre de personnes en transit est important (et donc le nombre de personnes exposées). On peut par exemple inciter l'utilisation de modes doux afin de rejoindre la gare.

22.1.5.2. Limitation des concentrations de particules fines dans les gares et les rames

Les concentrations en particules fines dans l'environnement confiné des gares et des tunnels peuvent être élevées et présenter un risque potentiel pour la santé des usagers. Dans le but d'atténuer les concentrations de particules fines présentes dans ces espaces confinés, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France recommande :

- de réduire les émissions à la source par des actions portant à la fois sur les matériaux de roulage, de freinage et d'aménagement des voies ;
- d'optimiser les dispositifs de ventilation et de filtration, de les dimensionner en fonction de la fréquentation et de l'intensité du trafic et de veiller à ce que toutes les stations souterraines soient ainsi équipées ;
- d'encourager l'équipement de rames avec ventilation réfrigérée qui a prouvé son efficacité sur les lignes SNCF franciliennes ;
- de poursuivre la surveillance de la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines de toutes les agglomérations françaises, afin d'apprécier les évolutions de la contamination particulaire ainsi que l'impact des actions correctives entreprises.

Il sera judicieux de se référer à ces préconisations lors de la mise en place du métro automatique. De plus, il est suggéré de procéder à des études plus approfondies sur les méthodes et technologies qui permettent de réduire les émissions de particules. Parmi les solutions envisageables, on peut citer la mise en circulation par la RATP de trains dotés d'une gestion optimisée des systèmes de freinage électriques qui provoqueraient une baisse de 20 à 25 % d'émissions de poussières. La surveillance de la qualité de l'air évoquée précédemment est d'autant plus intéressante dans les gares des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord qu'elle pourra bénéficier du retour d'expérience apporté par la Ligne 15 Sud qui sera mise en circulation 2 ans auparavant.

Dans toutes les stations, un plan de surveillance de la qualité de l'air intérieur, avec un suivi des particules fines et des substances volatiles, pourra être mis en place. Les nouvelles stations pourront être intégrées au plan de surveillance de l'air intérieur de la RATP.

22.2. Sécurité

Les enjeux et impacts liés à la sécurité traités dans le cadre du présent projet sont relatifs à la sécurité routière.

22.2.1. Rappel des enjeux

Les accidents de la circulation routière comptent parmi les premières causes d'années potentielles de vie perdue. Le report modal induit par le métro du Réseau de Transport du Grand Paris permettant de réduire l'intensité du trafic routier, il pourrait par conséquent influer sur le nombre d'accidents de la route et donc sur la santé des franciliens.

Les moyens de transport, qu'ils soient collectifs ou individuels ne sont pas à l'abri d'accidents. Les accidents sur un réseau de métro automatique existent mais sont très rares : la présence de portes palières sur les quais empêchent les individus d'accéder aux rails, où la plupart des accidents graves de voyageurs se produisent. Le nombre d'accidents sera donc très faible. Les accidents de la route sont, par contre, beaucoup plus fréquents.

22.2.2. Impacts en phase chantier

Le seul impact potentiel de la phase de travaux sur la sécurité routière est lié à l'aménagement temporaire de la voirie lorsque les zones de chantiers empiètent sur les espaces de circulation des véhicules sur la voirie existante. Cet impact n'est pas quantifiable, mais doit toutefois être souligné dans le cadre de cette étude.

Il conviendra aussi de prendre en compte la hausse du trafic, poids-lourd notamment, à proximité des zones de travaux et sur les itinéraires empruntés pour l'évacuation des déblais ou l'acheminement de matériels et matériaux sur les chantiers. Cette hausse du trafic peut dans une moindre mesure augmenter le risque de collision et d'accident à proximité des zones de travaux.

22.2.3. Impacts en phase exploitation

Pour évaluer l'impact du report modal sur le nombre d'accidents après la mise en place du Réseau de Transport du Grand Paris Express, il a été nécessaire d'estimer le taux moyen d'accidents.

L'analyse de l'état initial a souligné à ce sujet les différences importantes entre les taux d'accidents observés sur les différents types de routes. Les routes locales où la circulation se fait à faible vitesse ont, en effet, un taux relativement élevé d'accidents mais de gravité faible tandis que les axes routiers plus importants et plus rapides (réseau départemental et national) ont des taux d'accidents moins élevés mais d'une gravité supérieure.

Il a été différencié trois types de routes en fonction du trafic supporté et des vitesses autorisées. De plus, l'analyse de l'état initial a montré que le nombre d'accidents est globalement à la baisse. Il a donc été nécessaire de projeter les taux observés actuellement à l'horizon 2035, ce qui a été fait à partir de l'évolution 2005-2010 issue de Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010, (2011). Les chiffres obtenus pour 2035 sont présentés dans le tableau suivant.

Taux d'accidents/blessés/tués par millions de véh.km				
	Accidents	**Blessés légers**	**Blessés graves**	**Tués**
Autoroutes	0,0200	0,0275	0,0115	0,0006
RN + RD	0,0634	0,0871	0,0377	0,0018
Agglomération	0,1123	0,1543	0,0199	0,0010

Taux d'accidents/blessés/tués par millions véh.km pour 2035 (source : projection : STRATEC, données 2005-2010 : Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010, (2011)

Le facteur principal responsable des différences entre les taux d'accidents et leur gravité étant la vitesse, les taux d'accidents détaillés ci-dessus ont été affectés aux différentes voiries sur base de la vitesse à vide par défaut issue du modèle utilisé (les taux des autoroutes ont été affectés aux voiries où la vitesse est supérieure à 90 km/h, les taux des routes nationales et départementales à celles dont la vitesse est supérieure à 70km/h, et les taux en agglomération à celles dont la vitesse est inférieure à 70km/h).

Il a ainsi été possible d'obtenir le nombre d'accidents, de blessés et de tués en situation de référence et en situation de projet et de les comparer. Les différences sont présentées dans le tableau suivant.

Nombre évité avec la mise en service des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord à l'horizon 2023	Nombre d'accidents	-39.2
	Nombre de blessés légers	-56.4
	Nombre de blessés graves	-12.9
	Tués	-0.6
Nombre évité avec la mise en service de l'ensemble du réseau à l'horizon 2030	Nombre d'accidents	52.7
	Nombre de blessés légers	72.4
	Nombre de blessés graves	15.4
	Tués	0.8

Nombre d'accidents, de blessés et de tués évités avec la mise en service de la Ligne 16 en 2023 et avec la mise en service de l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris en 2030

22.2.4. Mesures en phase chantier

Les mesures à mettre en place afin d'éviter tout accident de la route et de garantir la sécurité des personnes (conducteurs comme piétons) doivent respecter les normes de sécurité à proximité des zones de chantier.

- Des règles de circulation temporaires adéquates, accompagnées d'une signalisation claire et visible pour tout usager, doivent être mises en place en conséquence.
- De la même façon, une attention particulière doit être accordée aux piétons et à leurs conditions de cheminement aux abords de la zone de chantier. Ces mesures temporaires seront nécessairement prises en plaçant la sécurité des personnes fréquentant les abords de la zone de chantier au cœur de la problématique de chaque zone de travaux afin d'y éviter tout risque d'accident.

22.2.5. Mesures en phase exploitation

Les effets du projet sur la sécurité routière sont positifs en phase d'exploitation. Il n'y a donc pas lieu de mettre en place de mesures visant à atténuer ou supprimer des impacts négatifs du projet.

22.3. Synthèse des impacts et mesures relatifs à la santé et à la sécurité

Les principaux impacts identifiés en matière de santé et de sécurité sont concentrés sur la phase chantier. Il s'agit des risques liés à :

- La pollution atmosphérique ;
- Les accidents de la route.

En phase d'exploitation, les incidences sur la sécurité sont nulles et celles sur la santé sont limitées à :

- La pollution atmosphérique à l'intérieur du métro et des gares.

Concernant les impacts liés à la pollution atmosphérique, plusieurs types de mesures sont proposés afin de limiter l'envol des poussières et des particules en suspension :

- Dispositions constructives ;
- Humidification des matériaux ;
- Lavage des roues des engins et camions ;
- Autres dispositifs permettant de limiter la mise en suspension de particules dans l'air.

En phase d'exploitation il conviendra d'assurer une ventilation et filtration efficace de l'air des gares, des quais et des rames afin de limiter la présence de particules fines dans l'air.

Concernant les risques d'accident et de collision en phase chantier, les mesures suivantes sont proposées :

- Signalisation des zones de travaux et avertissement aux usagers de la route ;
- Cheminements piétons modifiés et indiqués.

Les impacts en phase exploitation étant positifs, aucune mesure d'évitement ou de réduction n'est envisagée.

23. Addition et interaction des effets entre eux

Ce chapitre permet de mettre en évidence l'addition et les interactions des effets présentés dans les chapitres précédents.

En effet, le chapitre E V, relatif aux impacts et mesures, a été traité par grandes composantes :

- Milieu physique : climat, relief-topographie, géologie, eaux superficielles, eaux souterraines, terres et milieux pollués ;
- Milieu naturel : zones sensibles, boisements, zones humides, habitats et espèces protégées ;
- Paysage, patrimoine architectural et archéologie ;
- Milieu humain : occupation du sol, agriculture, population, emploi, urbanisme, risques technologiques et pyrotechniques, mobilité et sécurité, air, énergie et gaz à effet de serre, nuisances (bruit, vibrations ondes électromagnétiques).

Le niveau d'impacts ou d'effets peut s'**additionner** :

- par une répétition du même type d'impact ;
- par une accumulation de plusieurs types d'impacts ou d'effets ;
- l'addition d'impacts / effets peut aussi amplifier l'impact.

Il se peut aussi que les effets du projet interagissent entre eux. Dans ce cas, les **interactions** entre les effets du projet consistent en une incidence relative à une composante de l'environnement, ayant un effet induit sur une ou plusieurs autres composantes de cet environnement ; par exemple, un effet sur l'hydrographie peut avoir des incidences sur un milieu d'intérêt naturel.

Le schéma ci-après présente les relations d'additions et d'interactions entre les différents effets des lignes 16, 17 Sud (ligne rouge) et ligne 14 Nord (ligne bleue).

ADDITION ET INTERACTION DES EFFETS

Société du Grand Paris

MILIEU PHYSIQUE

Effets sur les eaux superficielles

Risque de dégradation qualitative

Modification du régime des écoulements des eaux superficielles

Risque d'inondation (Marne)

Effets sur les eaux souterraines

Risque de dégradation qualitative

Risque d'effets barrage

Modifications du niveau de nappes : phénomènes de rabattement

Effets sur la géologie (risques naturels)

Risque de dissolution du gypse

Retrait-gonflement des argiles

Risques d'instabilité sur les avoisinants

Aquatique

Risques pour le projet

Impact positif sur le cadre de vie

MILIEU HUMAIN & CADRE DE VIE

Effets sur l'air-santé

Travaux : Émission de polluants atmosphériques par le chantier.

Exploitation : Amélioration de la qualité de l'air par la réduction de l'utilisation des véhicules particuliers.

Atmosphérique

Effets sur le bruit

Travaux : Bruit pendant la phase chantier

Exploitation : Peu de nuisances sonores du fait que le projet soit souterrain. Émergences éventuelles au niveau des puits de ventilation (liée aux systèmes de ventilation)

Sonore (gène)

Effets sur les vibrations

Risque d'instabilité des sols et de perturbation d'établissements sensibles

Gène

Effets sur le paysage

Travaux : effets visuels forts mais limités dans le temps

Exploitation : Effets positifs notamment liées au fait que les secteurs concernés feront l'objet d'aménagements urbains.

Effets sur le patrimoine

Travaux : Risque de destruction de vestiges archéologiques non recensés

Exploitation : Effets positifs notamment liées au fait que les secteurs concernés feront l'objet d'aménagements urbains.

Effets sur la population, l'emploi et l'occupation du sol

Travaux : Consommation temporaire d'espaces pour la mise en œuvre des chantiers

Exploitation : Effets positifs notamment liées au fait que les secteurs concernés feront l'objet d'aménagements urbains.

Effets sur la circulation

Travaux : Circulation des engins de chantier. Dégradation des conditions de circulation

Exploitation : Effets positifs notamment liées au fait que les secteurs concernés feront l'objet d'aménagements urbains facilitant les déplacements.

Gène

Effets sur l'agriculture

Travaux : Emprise sur une parcelle agricole

Effets sur l'urbanisation

Effets positifs notamment liées au fait que les secteurs concernés feront l'objet d'aménagements urbains accompagnant l'arrivée du GPE.

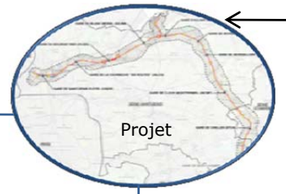
Recomposition urbaine.

Effets sur les réseaux (occupation du sous-sol)

Travaux : Interaction avec de nombreux réseaux infrastructures de transport et fondations de bâtiments

Impact positif sur l'urbanisation

Pollution[1]



Emprise

Augmentation de la fragmentation

Conditionne la biodiversité

Dérangement sonore et lumineux

MILIEU NATUREL

Effets sur les zones protégées

sur la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », sur l'ENS de Montguichet.

Effets sur les espèces protégées

Destruction et/ou déplacement et/ou dérangement d'individus d'espèces notamment protégées : Chiroptères, insectes, Hérisson d'Europe, Reptiles et oiseaux du cortège boisé.

Effets sur les habitats

Destruction et/ou perturbation de zones humides au droit des OA 0604P, 0603P et 0504P.

Effets sur les boisements (sens code forestier)

Destruction partielle du boisement à proximité de l'OA 0603P à Chelles

Effet modéré sur les espèces protégées et rares

Effets sur les services écosystémiques

Effet temporaire (chantier) lié à une réduction des services socioculturels assurés par les parcs urbains.

Effets sur les espèces exotiques envahissantes

Risque de propagation

[1] Pollution : Introduction directe ou indirecte ,par suite de l'activité humaine, de substances ou de chaleur dans l'air, l'eau ou le sol, susceptibles de porter atteinte à la santé humaine ou à la qualité des écosystèmes aquatiques ou des écosystèmes terrestres, qui entrainent des détériorations aux biens matériels, une détérioration ou une entrave à l'agrément de l'environnement ou à d'autres utilisations légitimes de ce dernier : Directive Européenne 2000/60/CE du 23 octobre 2000.

24. Synthèse des impacts, des mesures et de leurs coûts associés

24.1. Préambule

Conformément à l'article R.122-5 du code de l'environnement, ce chapitre synthétise les impacts et les mesures décrites dans le chapitre V du présent volet E « Analyse des effets du projet sur l'environnement et mesures proposées pour les lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) ». Il précise les coûts des dépenses correspondantes et définit les modalités de suivi des mesures prévues, ainsi que le suivi des effets de ces mesures.

Conformément à la séquence « Éviter, Réduire, Compenser », les mesures mises en œuvre ont pour objet en priorité d'éviter les impacts négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine. Cependant, tous les impacts négatifs ne peuvent être évités et dans ce cas, des mesures de réduction d'impact sont prévues. Enfin, si des impacts négatifs résiduels ne peuvent être suffisamment réduits, des mesures de compensation sont proposées.

Cette synthèse est organisée selon la structure suivante :

- **Rappel de la méthodologie de hiérarchisation des impacts** ;
- **Synthèse des principaux impacts et des mesures** du projet Lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) du Grand Paris Express en phase chantier et en phase exploitation : ces éléments sont présentés sous forme de tableaux ci-après ;
- **Synthèse des modalités de suivi des mesures** :

  Conformément à l'article R.122-5 du code de l'environnement, le présent chapitre expose aussi les modalités de suivi des mesures prévues. Des contrôles environnementaux spécifiques pourront être régulièrement réalisés sur le chantier via le biais de contrôles internes et de contrôles externes.

- **Synthèse des coûts** liés aux mesures d'évitement, de réduction et de compensation.

  La présentation des mesures est accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, telles qu'elles peuvent être évaluées au moment de la rédaction de l'étude d'impact, en fonction de l'avancement des études d'avant-projet.

Les mesures en phase d'exploitation sont principalement des éléments à l'échelle de l'ensemble des Lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) du Grand Paris Express, ci-après dénommées lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, par exemple pour la qualité de l'air, ou sont similaires pour l'ensemble des ouvrages au niveau d'une synthèse.

24.2. Méthodologie de hiérarchisation des impacts

Ce chapitre présente les méthodologies d'évaluation et de hiérarchisation des impacts des principales thématiques abordées dans le présent dossier.

24.2.1. Eaux superficielles

La hiérarchisation des impacts est basée sur deux critères principaux. D'une part sur les résultats de la modélisation hydraulique décrite ci-avant. C'est la différence de niveau d'eau entre la situation sans projet et la situation avec projet ainsi que la différence de vitesse d'écoulement qui sont considérées. D'autre part, c'est la vulnérabilité des eaux superficielles qui a été prise en compte afin de mener au tableau suivant.

Hiérarchisation des impacts	**Absence d'impact**	**Impact faible**	**Impact modéré**	**Impact fort**
Incidence sur les zones inondables				
Différence de niveau d'eau ΔN	ΔN < 1cm	1cm ≤ ΔN < 5cm	5cm ≤ΔN < 15cm	15 cm ≤ ΔN
Différence de vitesse d'écoulement **ΔV**	ΔV < 0,1 m/s	0,1m/s ≤ΔV < 0,25m/s	0,25m/s ≤ΔV < 0,5m/s	0,5m/s ≤ ΔV
Volume soustrait **V**	V < 200m^3	200m^3 ≤ V < 1 000m^3	1 000m^3 ≤ V < 5 000m^3	5 000m^3 ≤ V
Incidence sur les écoulements superficiels				
Vulnérabilité des eaux superficielles	Absence de cours d'eau Cours d'eau : usages hors AEP	Cours d'eau sans usage AEP	Cours d'eau avec usage AEP : prise d'eau aval à plus de 10 km	Cours d'eau exploité pour l'AEP : prise d'eau aval à moins de 10 km

Critères de hiérarchisation des impacts liés aux eaux superficielles

24.2.2. Géologie et hydrogéologie

24.2.2.1. Géologie

Cette hiérarchisation a été élaborée en fonction des risques de mouvements de terrain répertoriés dans les plans de prévention des risques de mouvement de terrain concernés par le projet. Elle est présentée dans le tableau ci-après.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Risque de dissolution du gypse	- Pas de gypse. - Pas de zones décomprimées ou de vides détectés.	- Présence de légères épaisseurs décomprimées - Présence de gypse diffus.	- Présence d'épaisseurs décomprimées ou de vides d'ampleur limitée. - Présence de gypse en bancs d'épaisseur moyenne à faible sans activation de la dissolution par pompage en phase travaux.	- Présence d'épaisseurs décomprimées - Présence de gypse en bancs d'épaisseur moyenne à forte avec activation possible de la dissolution par pompage en phase travaux.
Retrait-gonflement des argiles	Hors faciès concerné par le phénomène de retrait-gonflement. Hors zone PPRn.	En PPRn : aléa faible à moyen. Présence de faciès concernés par le phénomène de retrait-gonflement sur de faibles épaisseurs.	En PPRn : aléa moyen à fort Présence de faciès concernés par le phénomène de retrait-gonflement en surface ou proche de la surface.	En PPRn : aléa fort Présence de faciès concernés par le phénomène de retrait-gonflement en surface sur de fortes épaisseurs.
Présence de cavités souterraines	Hors faciès concerné par une exploitation. Pas de cavité répertoriée.	Présence de faciès concernés par l'exploitation de matériaux mais absence de zone de carrière identifiée. Cavité répertoriée à plus de 200 m du tracé	Carrière identifiée à proximité du projet (dans le fuseau d'étude) Cavité identifiée à moins de 2000 m du tracé	Carrière identifiée à proximité du tracé. Cavité identifiée à l'aplomb du tracé.

Critères de hiérarchisation des impacts liés au contexte géologique

24.2.2.2. Hydrogéologie

La hiérarchisation des impacts est basée sur la grille suivante :

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Captage AEP	Captage exploitant un aquifère plus profond que le rabattement fond de fouille	Captage exploitant un aquifère de profondeur équivalente à celle du rabattement fond de fouille : rabattement de nappe < 1 m	Captage exploitant un aquifère de profondeur équivalente à celle du rabattement fond de fouille : 1m < rabattement de nappe < 2 m	Captage exploitant un aquifère de profondeur équivalente à celle du rabattement fond de fouille : Rabattement de nappe > 2 m
Plans d'eau des sites Natura 2000	Hors zone de rabattement de nappe	Rabattement de nappe < 0,20 m	0,20 m < rabattement de nappe < 1 m	Rabattement de nappe > 1 m
Affleurement de nappe	Hors zone de rabattement de nappe	Rabattement de nappe < 0,50 m	0,50 m < rabattement de nappe < 2 m	Rabattement de nappe > 2 m
Dissolution du gypse	Ratio de vitesse de Darcy = 0	Ratio de vitesse de Darcy < 3	3 < ratio de vitesse de Darcy < 5 dans un périmètre de 500 m autour des ouvrages	Ratio de vitesse de Darcy > 5 sur au moins 500 m autour des ouvrages
Mise en communication de nappes	Absence de mise en communication de nappe	Sans objet : effet non avéré	Sans objet : effet non avéré	Sans objet : effet non avéré
Contamination des nappes	Absence de modification des vitesses et directions d'écoulement de la nappe	Modification des vitesses (< x2) d'écoulement de la nappe et modification des directions	Modification des vitesses (x2 < < x5) d'écoulement de la nappe et modification des directions	Modification des vitesses (> x5) et modification des directions d'écoulement de la nappe
Tassements du sol	Pas de tassement	Tassement absolu < 1 cm	1 cm > tassement absolu < 5 cm	Tassement absolu > 5 cm

Critères de hiérarchisation des impacts liés à l'hydrogéologie

24.2.3. Occupation du sous-sol

Le niveau d'impact sur les différentes infrastructures souterraines interceptées ou situées à proximité du projet peut être hiérarchisé comme suit.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Infrastructure éloignée du tracé des tunnels et des émergences et située au-delà de la zone d'impacts potentiels	Infrastructure située à proximité des tunnels et /ou des émergences qui ne nécessite pas la mise en place de mesures particulières de génie civil	Infrastructure située à proximité des tunnels et /ou des émergences qui nécessite la mise en place de mesures particulières (confortement, etc.)	Infrastructure située à proximité des tunnels et /ou des émergences qui subit un impact direct du fait de sa situation et nécessite un dévoiement ou des mesures lourdes de réduction des impacts

Critères d'évaluation des impacts relatifs à l'occupation du sous-sol

24.2.4. Pollution des sols et des eaux souterraines

Le tableau suivant indique les critères de hiérarchisation des impacts.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Absence de sites BASIAS et/ou BASOL Absence de pollution Absence de matériaux sulfatés	Densité faible de sites BASIAS et/ou BASOL au droit du fuseau d'études Pollution supposée de faible importance Extraction de matériaux sulfatés (< 20%)	Densité moyenne de sites BASIAS et/ou BASOL au droit du fuseau d'études Présence potentielle de sols pollués Extraction de matériaux sulfatés (entre 20 et 50%)	Densité forte de sites BASIAS et/ou BASOL au droit du site d'étude Présence avérée de sols pollués Extraction de matériaux sulfatés (> 60%)

Critères de hiérarchisation des impacts liés à la pollution des sols et des eaux souterraines

24.2.5. Milieu naturel

24.2.5.1. Faune, flore, habitats

Les niveaux d'impacts sont hiérarchisés selon 4 niveaux, et classés selon leur caractère notable ou « significatif » (au sens de l'article R122-5 alinéa 7° du code de l'environnement, les impacts significatifs (ou notables), sont de nature à déclencher une démarche de compensation) :

- Deux niveaux d'impacts « non significatifs » : Négligeable et Faible ;
- Deux niveaux d'impacts « significatifs » : Modéré et Fort.

La grille ci-après présente les critères de hiérarchisation des niveaux d'impact.

Hiérarchi-sation	Négligeable	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères	Dégradation temporaire ou permanente des habitats pour des espèces très communes et / ou non patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite, sans incidence sur la capacité des populations à se reconstituer et avec possibilité de report vers d'autres habitats, pas de fragmentation ou d'isolement des populations ; Pas de dérangement ou de perturbation des espèces très communes et / ou non patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite ; Pas de dégradation indirecte des habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…).	Destruction d'habitat temporaire ou permanente pour des espèces protégées et/ou peu patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite, sans incidence sur la capacité des populations à se reconstituer et avec possibilité de report vers d'autres habitats, pas de fragmentation ou d'isolement des populations ; Dérangement, perturbation des espèces protégées et/ou peu patrimoniales et/ou à grand rayon d'action et/ou à forte capacité de fuite, ou dégradation indirecte de leurs habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…).	Destruction d'habitat permanente pour des espèces protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, avec incidence sur la capacité des populations à se reconstituer, et/ou sans possibilité de report vers d'autres habitats; pas de fragmentation ou d'isolement des populations; non atteinte à l'état de conservation des populations et des habitats ; Dérangement perturbation des espèces protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, ou dégradation indirecte de leurs habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…).	Destruction d'habitat permanente pour des espèces protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, avec incidence sur la capacité des populations à se reconstituer sans possibilité de report vers d'autres habitats; fragmentation des habitats et/ou isolement des populations; atteinte à l'état de conservation des populations et des habitats ; Dérangement perturbation des espèces protégées et/ou patrimoniales protégées et/ou patrimoniales à faible rayon d'action et/ou à faible capacité de fuite, ou dégradation indirecte de leurs habitats (pollution visuelle, sonore, lumineuse, qualité de l'eau…).

Critères de hiérarchisation des niveaux d'impact

Les considérations des **habitats** tiennent compte de :

- l'enjeu de l'habitat : patrimonialité, rareté… ;
- du pourcentage d'emprise sur l'habitat par rapport à la surface totale d'habitat des espèces protégées disponible dans le secteur d'aménagement ;
- de l'état de conservation de l'habitat : ce dernier item est un critère de pondération à la baisse ou à la hausse de l'enjeu « habitat ».

Les considérations de de l'**espèce** tiennent compte de :

- la mobilité et capacité de dispersion de l'espèce (rayon d'action, capacité à fuir l'emprise) ;
- la biologie de l'espèce et sa sensibilité aux perturbations et de la temporalité de l'impact.

Enfin, la considération du **projet** tient compte de :

- la durée de l'impact : temporaire ou définitif ;
- la proportion de la perte surfacique et de la zone prise en compte pour le dérangement ;

la temporalité de l'intervention (en lien avec la biologie de l'espèce considérée).

En outre, le niveau d'impact est pondéré, soit revu à la baisse, soit élevé, en fonction :

- des capacités de résilience des espèces vis-à-vis de l'impact : c'est la propension des populations d'espèces à se reconstituer après l'impact et à recoloniser les milieux perturbés ;
- des capacités de déplacements et de reports des individus ou des populations sur les zones adjacentes aux travaux et non perturbées ;
- la quantification surfacique d'habitat favorable impacté au regard des surfaces d'habitats favorables disponibles dans le même secteur (au sein de l'aire d'étude locale centrée et des milieux adjacents de l'aire d'étude à l'échelle locale intermédiaire) ;
- de l'état de conservation des populations : même si la nature, la durée et le type d'impact reste le même quel que soit les populations, son niveau peut être pondéré selon que la population considérée est en bon état de conservation (suivant son niveau, l'impact pourra être à modérer), ou en mauvais état de conservation (l'impact sur cette population pourrait être irrémédiable).

24.2.5.2. Boisements

La quantification de l'impact potentiel du projet (et plus spécifiquement des opérations de défrichement induites par le projet) est basée sur le croisement entre le type d'impact (direct, indirect, temporaire, permanent) et le niveau d'enjeu initial du boisement considéré.

Pour rappel, la définition des enjeux relatifs à chaque boisement est basée sur trois types d'enjeux, eux-mêmes définis par différents critères :

- Les enjeux relatifs à la biodiversité du site : présence d'espèces protégées, zonages d'inventaires, zones protégées, secteur à sensibilité particulière… ;
- Les enjeux sociaux : espace fermé au public ou bien ouvert voire aménagé, intérêt paysager, site inscrit ou classé… ;
- Les enjeux économiques : présence d'activités sylvicoles et/ou agricoles et/ou de loisirs et/ou de tourisme….

La grille d'évaluation des enjeux associés aux boisements des sites objet de la demande d'autorisation de défrichement est rappelée ci-après.

Hiérarchisation des impacts	**Impact négligeable**	**Impact faible**	**Impact modéré**	**Impact fort**
Critères de hiérarchisation	Impact direct ou indirect, temporaire ou permanent, sur un boisement à enjeu négligeable	Impact direct ou indirect permanent sur un boisement à enjeu faible Impact indirect temporaire sur un boisement à enjeu modéré	Impact direct permanent sur un boisement à enjeu modéré Impact indirect temporaire sur un boisement à enjeu fort	Impact direct ou indirect, permanent sur un boisement à enjeu fort (enjeux forts en termes de biodiversité, social et économique)

Critères de hiérarchisation des niveaux d'impact

24.2.5.3. Zones humides

La hiérarchisation des impacts sur les zones humides tient compte :

- Du caractère temporaire ou permanent de l'impact ;
- Du caractère direct ou indirect de l'impact;
- De l'état de la fonctionnalité / de conservation de la zone humide considérée.

La grille ci-après présente la hiérarchisation des impacts sur les zones humides.

Hiérarchisation des impacts	**Négligeable**	**Impact faible**	**Impact modéré**	**Impact fort**
Critères de hiérarchisation		Impact temporaire, direct ou indirect, sur une zone humide, sans dégradation de la fonctionnalité / état de conservation	Impact permanent, direct ou indirect – sans dégradation de la fonctionnalité / état de conservation	Impact temporaire ou permanent– avec dégradation de la fonctionnalité / état de conservation

Critères de hiérarchisation des impacts sur les zones humides

24.2.6. Agriculture et pédologie

Le tableau ci-dessous présente la hiérarchisation des impacts sur l'agriculture.

Concernant la pédologie, sur la base de l'état initial réalisé, **l'impact est cependant faible à nul** compte tenu de la nature des sols concernés, pour la totalité du projet.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Absence d'agriculture ou de potentiel agronomique	Prélèvement inférieur à 5% de la surface de l'îlot agricole et sans fragmentation de l'espace agricole	Prélèvement compris entre 5% et 10% de la surface de l'îlot agricole et sans fragmentation de l'espace agricole	Prélèvement supérieur à 10% de la surface de l'îlot agricole et avec fragmentation de l'espace agricole

Critères de hiérarchisation des impacts relatifs à l'agriculture et la pédologie

24.2.7. Patrimoine et paysage

24.2.7.1. Patrimoine culturel et paysager protégé

Les critères de hiérarchisation des impacts sur le patrimoine culturel et paysager protégé sont les suivants.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Pas de patrimoine culturel présent	Interception de périmètres de monument historique – risque faible de covisibilité	Interception de périmètres de monument historique – risque modéré de covisibilité	Interception de périmètres de monument historique – risque fort de covisibilité

Critères de hiérarchisation des impacts du patrimoine culturel et paysager protégé

24.2.7.2. Grand paysage

Les critères de hiérarchisation des impacts sur le patrimoine culturel et paysager protégé sont les suivants.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort	Impact positif
Critères de hiérarchisation	Pas de modification du paysage	Environnement majoritairement industriels, équipements, infrastructures ou Vues proches depuis une rue, quelques habitations ou Secteur en cours de mutation	Environnement urbain avec commerces et habitat Ou Vues proches et lointaines depuis un boulevard ou espace public ou Espace vert, place publique	Idem que « impact modéré » mais sur des secteurs fortement fréquentés ou visibles depuis plusieurs points ou Paysage de qualité ou paysage protégé	Amélioration de la qualité paysagère (requalification, réaménagement…) ou Mise en valeur du paysage perçu et vécu (image du quartier, site)

Critères de hiérarchisation des impacts du patrimoine culturel et paysager protégé

24.2.7.3. Patrimoine archéologique

Les critères de hiérarchisation des enjeux liés à l'archéologie ont été définis comme suit.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort
Critères de hiérarchisation	Travaux dans un secteur ou le potentiel de présence de vestige archéologique est écartée	Travaux dans un secteur ou le potentiel de présence de vestige archéologique est faible	Travaux dans un secteur ou le potentiel de présence de vestige archéologique est suspectée	Travaux dans un secteur ou le potentiel de présence de vestige archéologique est fortement suspectée / connu

Critères de hiérarchisation des impacts archéologiques

24.2.8. Population, emploi, occupation du sol, urbanisme réglementaire

Les critères de hiérarchisation des impacts sont décrits dans le tableau ci-dessous.

Hiérarchisation des impacts	Absence d'impact	Impact faible	Impact modéré	Impact fort	Impact positif
Critères de hiérarchisation	Pas de modifications population, emploi et occupation du sol	Faible croissance de la population, Faible diminution de l'emploi Faible augmentation de la consommation d'espaces ruraux	Croissance de la population, Diminution de l'emploi Augmentation de la consommation d'espaces ruraux	Forte croissance de la population, Forte diminution de l'emploi Forte augmentation de la consommation d'espaces ruraux	Amélioration de la situation (Population, emploi et occupation du sol) par rapport aux scénarios de référence à l'horizon 2023 et 2035

Critères de hiérarchisation des impacts liés à la population, l'emploi et l'occupation du sol

24.3. Synthèse des impacts et mesures du projet

Le tableau ci-après énumère les principaux impacts et mesures du projet des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) en phase chantier et en phase exploitation.

La colonne « Impact brut global (ensemble du projet) » qui est présentée est la synthèse des impacts du projet à l'échelle du projet dans sa totalité.

Lorsque plusieurs niveaux d'impacts ont été différenciés pour une même thématique selon les secteurs considérés, c'est ici le niveau d'impact moyen qui a été reporté dans le tableau de synthèse suivant.

Hiérarchisation des niveaux d'impacts	Impact nul – négligeable	Impact faible	Impact modéré	Impact fort	Impact positif

Rappel des niveaux d'impacts et leur code couleur associé

Thématique	Sous thème	Secteur / ouvrage concerné et niveau d'impact	Phase	Impact brut global et niveau d'impact (ensemble du projet)	Mesures	Niveau d'impact résiduel global après application des mesures ERC
Climat	-	**Faible à négligeable** pour l'ensemble du projet	Chantier et Exploitation	Risque faible à nul de foudroiement des ouvrages Pas d'impact relatif au climat	Mise en œuvre de paratonnerre et/ou parafoudre sur les émergences, protections pour les surtensions dans le réseau électrique contre la foudre intégrées au projet	Nul
Relief, Topographie	-	**Négligeable à Nul** pour l'ensemble du projet	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*
		Faible pour les sites de travaux	Chantier	Modifications topographiques très locales et non significatives à l'échelle du territoire.	Gestion des déblais (modalités de stockage, évacuation, valorisation)	Négligeable à nul
		Fort pour les bases hors chantier	Chantier	Impact indirect localement fort, sur les zones recevant les déblais	Évitement : adaptation du profil en long du projet et de la profondeur des ouvrages afin de limiter le mouvement des terres Réduction : Aménagement qualitatif des bases chantier et des aires de stockage, afin de réduire la perception visuelle liée aux stocks. Études spécifiques en cours pour la gestion des déblais précisant les lieux potentiels d'entreposage, les moyens de transport et l'organisation de la gestion des déblais.	Négligeables à nul
Eaux superficielles et risques associés	Cours d'eau	**Faible** au niveau de la gare de Sevran-Livry **Négligeable** à **nul** sur le reste du projet	Chantier	Risque d'interaction entre le fond du lit mineur et le toit du tunnel / les ouvrages souterrains (gares et ouvrages annexes)	Évitement : réalisation du tunnel au tunnelier, avec pression de confinement permettant d'assurer la stabilité du front de taille, passage à une distance suffisante du fond du lit mineur du cours d'eau Réduction : maitrise spécifique de la pression de confinement, surveillance du niveau de remplissage de la chambre d'abattage, anticipation des travaux de maintenance, auscultation en temps réel des déformations en surface	Nul
		-	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*
	Rejets pluviaux et eaux d'exhaure	**Fort** pour 0701P **Faible** pour : gare de Sevran-Livry, 0201P, 3303P **Nul** pour le reste du projet	Chantier et exploitation	Rejet des eaux d'exhaure (pompages pour la réalisation des ouvrages), augmentation du coefficient de ruissellement et risque de pollution des eaux superficielles.	Évitement : réduction des volumes de pompages d'exhaure nécessaires par la mise en œuvre de parois moulées pour les ouvrages, dispositifs de réduction de la perméabilité en fond de fouille (jupes, bouchons injectés) Réduction : Rejet privilégié en cours d'eau selon le SDAGE, rejet au réseau pluvial si pas d'autre solution. Gestion quantitative et qualitative des eaux rejetées : - Collecte et régulation des eaux pluviales et d'exhaure en phase travaux. - Traitement des eaux pluviales et d'exhaure En phase exploitation, les ouvrages de rétention gare seront équipés de cloison siphoïde et fosse de décantation.	Nul
	Risque inondation	**Modéré** pour gare de Chelles **Faible** pour 0604P **Nul** pour le reste du projet	Chantier	Volumes pris à la crue par la présence d'ouvrages en zone inondable de la Marne	Évitement : Respect des dispositions des documents réglementaires (PPRI, PSS, SDAGE) Réduction : dispositifs de gestion de crue : (évacuation des stocks tampon de déblais, mise en œuvre d'un Plan de Secours) Compensation : Restitution des volumes pris à la crue dans les zones d'expansion. Restitution des surfaces prises à la crue dans les zones d'expansion. Les mesures de compensation sont locales et compensent largement les volumes soustraits.	Négligeable
		Modéré pour gare de Chelles **Faible** pour 0604P **Nul** pour le reste du projet	Exploitation			

Thématique	Sous thème	Secteur / ouvrage concerné et niveau d'impact	Phase	Impact brut global et niveau d'impact (ensemble du projet)	Mesures	Niveau d'impact résiduel global après application des mesures ERC
Géologie et risques géologiques	Dissolution du gypse	**Modéré à fort** pour l'ensemble du projet	Chantier	Présence de zones de dissolution du gypse, de zones décomprimées ou de cavités : risques de tassements, remontée de fontis, déformations Risque d'activation ou d'accélération de la dissolution du gypse	Évitement : adaptation du profil en long du tunnel pour éviter au maximum les horizons gypseux (calage du tunnel dans les Sables de Beauchamp sur un grand linéaire ce qui permet une couverture suffisante pour limiter les tassements en surface et limiter les risques liés à la dissolution du gypse), inspection et opérations de maintenance spécifique Réduction : technique du tunnelier, mise en œuvre de parois moulées pour les ouvrages, dispositions constructives spécifiques de confortement des sols, dispositions de renforcement de bâtis le cas échéant, possible réinjection dans la nappe des eaux d'exhaure sulfatées, renforcement local des équipements	Nul
		Faible pour l'ensemble du projet	Exploitation	Impact faible à long terme : faibles modifications de condition d'écoulement, peu de modification du phénomène de dissolution naturel	Contrôle des piézomètres. Auscultation si nécessaire des ouvrages en zones de dissolution supposée active.	Nul
	Présence d'anciennes carrières	**Modéré** pour 0603P, 0504P et 0503P **Faible** pour 0605P **Nul** pour le reste du projet	Chantier	Risque de tassement en surface lors du passage du tunnelier, risque de modification de l'équilibre en toit de carrière avec effondrement progressifs de la voûte de la carrière, fontis remontant en surface avec atteinte en surface	Évitement : recensement des anciennes carrières, adaptation du profil en long du tunnel (calage du tunnel dans les Sables de Beauchamp sur un grand linéaire ce qui permet une couverture suffisante pour limiter les tassements en surface et limiter les risques liés les à la présence d'anciennes carrières) Réduction : comblement à pied d'œuvre (comblement depuis les galeries des carrières), injections de matériau de comblement par forage depuis la surface	Nul
			Exploitation	Risque de tassement différentiel au fur et à mesure de l'usage des ouvrages	Réduction : suivi des déformations, renforcements, injections des sols ou confortement des ouvrages le cas échéant	
	Risque de retrait – gonflement des argiles	**Modéré** pour secteur Chelles / Clichy-Montfermeil **Faible** pour le reste du projet	Chantier	Risques de tassements ou soulèvements et sur-contraintes avec désordres sur les ouvrages	Réduction : adaptation des techniques de construction, réalisation de vide sanitaires au droit du radier de certains ouvrages, étanchéification des terrains, canalisation des écoulements de surface	Nul
		Modéré pour secteur Chelles / Clichy-Montfermeil **Faible** pour le reste du projet	Exploitation			
Eaux souterraines et risques associés	Captages AEP	Pas d'impact pour l'ensemble du projet	Chantier et exploitation	Pas d'impact pour l'ensemble du projet	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Nul
	Plans d'eau des sites Natura 2000	Impact potentiel faible en phase chantier (de Sevran Livry à Saint-Denis Pleyel) Impact nul pour le reste du projet (sud du projet de Chelles à Sevran Beaudottes)	Chantier et exploitation	Impact globalement faible de rabattement de nappe en phase chantier <0,20 m	Réduction :soutien piézométrique et/ou ré-injection en nappe des eaux d'exhaure	Nul
	Affleurement de nappe	Impact faible et localisé pour l'ensemble du projet	Chantier et exploitation	Impact globalement faible de rabattement de nappe en phase chantier <0,50 m	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Nul

Thématique	Sous thème	Secteur / ouvrage concerné et niveau d'impact	Phase	Impact brut global et niveau d'impact (ensemble du projet)	Mesures	Niveau d'impact résiduel global après application des mesures ERC
	Dissolution du gypse	Impact faible pour Noisy-Champs / Chelles, Chelles / Clichy-Montfermeil, Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes Modéré pour Aulnay / Le Bourget RER et La Courneuve / Saint-Denis Pleyel	Chantier et exploitation	Impact modéré pour la partie nord du projet, avec un ratio de vitesse de Darcy compris entre 3 et 5 dans un périmètre de 500 m autour des ouvrages	Reconnaissance à l'avancement en front de tunnelier Suivi des déformations Renforcement de bâti si dépassement des seuils de suivis Injection gravitaire préalable aux travaux des ouvrages	Nul
	Misse en communication de nappes	Pas d'impact pour l'ensemble du projet	Chantier et exploitation	Pas d'impact pour l'ensemble du projet	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Nul
	Contamination des nappes	Impact faible et localisé pour l'ensemble du projet	Chantier	Impact très limité, sans modification notable de l'étendue de la zone polluée avec une modification des vitesses d'écoulement de la nappe et modification des directions inférieure à x2	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Nul
	Tassements du sol	Impact faible et localisé pour l'ensemble du projet	Chantier	Impact faible pour l'ensemble du projet avec un tassement absolu estimé inférieur à 1 cm	Ne nécessite pas de mesure de réduction d'impact	Nul
Occupation du sous-sol	-	**Modéré** pour le secteur Noisy-Champs / Chelles **Modéré** pour le secteur Chelles / Clichy-Montfermeil et localement **fort** pour la gare de Clichy-Montfermeil **Modéré** pour le secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes et localement **fort** pour la gare de	Chantier	Impact globalement modéré à fort : risque d'interaction avec des ouvrages et fondations présents dans le sous-sol : dégradations, éventuelles pollutions indirectes, dérangement du sous-sol, risque de mouvements entrainant des fissures	Évitement : ajustement du profil en long du projet Réduction : technique du tunnelier pour le creusement du tunnel, mise en œuvre de parois moulées pour les ouvrages, conventionnement avec les gestionnaires de réseaux, travaux de dévoiement de réseaux, confortement des terrains / des ouvrages, dalles de renforcement	Nul

Thématique	Sous thème	Secteur / ouvrage concerné et niveau d'impact	Phase	Impact brut global et niveau d'impact (ensemble du projet)	Mesures	Niveau d'impact résiduel global après application des mesures ERC
		Sevran-Livry **Modéré** à **fort** pour le secteur Aulnay / Le Bourget RER **Faible** à **modéré** pour le secteur La Courneuve « Six Routes » sauf **fort** pour le tunnel entre 3401P et gare de La Courneuve « Six Routes »	Exploitation	*En exploitation : les impacts relatifs à l'occupation du sous-sol en phase exploitation ne concernent que les fondations de bâtiments et sont étudiés dans le chapitre relatif aux vibrations*	*Cf thématique vibration*	
Gestion des terres et milieux pollués	Volumes de déblais	**Fort** pour l'ensemble du projet	Chantier	Production d'un grand volume de déblais, avec risque de surcharge des centres de stockage, nuisances pour les riverains et l'environnement liés à leur transport et stockage	Réduction : utilisation de la technique du tunnelier (réduction du linéaire du tunnel), optimisation du dimensionnement des ouvrages, mutualisation des ouvrages, études de filières de valorisation (carrières de gypse, valorisation via d'autres projets pouvant réutiliser une partie des terres excavées)	Faible
		-	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*
	Transport de déblais	**Fort** pour l'ensemble du tunnel et des ouvrages en émergence	Chantier	Dégradation de la qualité de vie aux environs du chantier / risques d'atteinte à l'environnement en lien avec le transport des déblais : nuisances sonores, émissions de poussières, risques de pollutions accidentelles	Évitement : utilisation du transport fluvial et du transport ferroviaire quand faisable techniquement Réduction : management environnemental du transport des déblais avec notamment le maintien à l'accès aux propriétés, communication après des riverains, choix d'itinéraires pertinents, bâchage des camions, lavage des roues, précautions vis-à-vis des risques de pollution…	Faible
		-	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*
	Qualité des déblais	**Modéré** pour le secteur Noisy-Champs / Chelles **Fort** pour le secteur Chelles / Clichy-Montfermeil **Fort** pour le secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes **Faible** pour le secteur Aulnay / Le Bourget RER sauf **modéré** pour la gare Le Bourget RER et 0100P **Modéré** pour le secteur La Courneuve « Six Routes » sauf **fort** pour la gare Saint-Denis Pleyel	Chantier	Déplacement de terres potentiellement polluées avec risque sanitaire, limitation du potentiel de valorisation	Évitement : choix de la méthode d'exécution (tunnelier et parois moulées), choix des adjuvants utilisés Réduction : caractérisation de la qualité chimique des sols, choix d'une filière adaptée (ISDI, ISDND…), mise en œuvre de plans de gestion spécifiques (encadrement de l'excavation et du stockage, chantiers de dépollution, évacuation vers des centres de traitement)	Faible
		-	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*
Milieu naturel, faune, flore et continuités écologiques	Habitats naturels	**Modéré** pour le 0603P et le 0503P **Faible** pour le reste du projet	Chantier	Emprise sur des habitats naturels à enjeux modérés (concerne 1 ouvrage uniquement 0603P) Impact faible pour les autres ouvrages	Évitement : évitement des zones à enjeux écologiques majeurs Réduction : optimisation des emprises chantier, remise en état des sites de travaux et reconstitution des milieux, management environnemental de travaux	Faible
		-	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*

Thématique	Sous thème	Secteur / ouvrage concerné et niveau d'impact	Phase	Impact brut global et niveau d'impact (ensemble du projet)	Mesures	Niveau d'impact résiduel global après application des mesures ERC
	Faune et continuités écologiques	Fort pour l'ensemble du projet sur les espèces et leurs habitats Faible pour le dérangement, perturbation, dégradation indirecte d'habitat et d'espèces sur l'ensemble du projet, sauf fort sur Chelles / Clichy-Montfermeil et modéré sur Sevran Livry / Sevran Beaudottes Faible sur les continuités écologiques pour l'ensemble du projet	Chantier	Risque fort de destruction d'individus et habitats d'espèces : deux secteurs particulièrement concernés car présence d'espèces protégées et patrimoniales (0603P et le 0503P) Dérangement, perturbation et dégradation d'espèces et habitat d'espèces : faible à modéré Impact faible de coupure d'axe de déplacement	Évitement : choix d'un projet souterrain, adaptation du calendrier de travaux, non-attractivité de la zone des travaux Réduction : caches de substitution, optimisation des emprises chantier, balisage spécifique, précautions lors de l'abattage d'arbres/déconstruction de bâti, limitation de l'éclairage et des nuisances sonores, management environnemental de travaux Compensation : acquisition et/ou rétrocession de terrain à un organisme gestionnaire avec convention de gestion (2,7 ha d'habitats ouverts / et 3,78 ha de friches / lisières boisées)	Modéré pour le groupe des insectes Faible pour les autres groupes
		-	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*
Services écosystémiques	-	**Faible** pour l'ensemble du projet	Chantier	Réduction temporaire des services socioculturels assurés par les parcs urbains (détente, découverte de la nature, pratique d'activité sportive de plein-air)	Réduction : limiter les atteintes directes et indirectes aux parcs urbains (impacts qualitatifs de dégradation, et quantitatifs directs d'emprises)	Négligeable à nul
		-	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*
Boisements au sens du code forestier	-	Fort pour le 0603P Nul pour le reste du projet	Chantier	Emprise sur un boisement au sens du code forestier : 0,55 ha de boisement à défricher	Évitement : précautions avant abattage, non attractivité de la zone de travaux Réduction : réalisation de caches de substitution, clôtures petite faune et dispositifs anti-intrusion, précautions vis-à-vis des nuisances sonores et lumineuses Compensation : acquisition / rétrocession / conventionnement avec un organisme gestionnaire avec compensation des boisements défrichés (1,68 ha)	Faible
		-	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*
Zones humides	-	**Fort** pour le 0604P et le 0603P **Nul** pour le reste du projet	Chantier	Emprise sur des zones humides pour deux secteurs d'aménagement d'ouvrage uniquement et pour une surface limitée Risque d'altération des habitats humides par émissions de poussières et/ou pollutions accidentelles Compactage et déstructuration des sols avec altération des milieux et de leur fonctionnalité	Évitement : Adapter le calendrier des travaux, mise en défens des zones sensibles à proximité, rendre la zone de travaux non attractive Réduction : balisage des habitats humides, précautions en vue de la limitation des pollutions, gestion des déchets, limitation de la dissémination des espèces exotiques envahissantes, Compensation surfacique et fonctionnelle de 511 m² à 682 m²de zones humides pour compenser la destruction de 341 m² de zones humides. Deux sites proposés : restauration de zone humide associée au ru de Saint-Roch à Gagny (Espace Naturel Sensible du Montguichet) et/ou boisement de Bois Madame à Chelles	Modéré
		Nul pour l'ensemble du projet	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*

Thématique	Sous thème	Secteur / ouvrage concerné et niveau d'impact	Phase	Impact brut global et niveau d'impact (ensemble du projet)	Mesures	Niveau d'impact résiduel global après application des mesures ERC
Agriculture et pédologie	-	**Faible** pour le 0603P et le 0220P **Nul** pour le reste du projet	Chantier	Emprise limitée sur des parcelles agricoles	Évitement : choix du tracé et de l'implantation des ouvrages à l'écart des zones à enjeu agricole Réduction : réduction des emprises au strict nécessaire	Négligeable
		Faible pour le 0603P et le 0220P **Nul** pour le reste du projet	Exploitation			
Paysage, patrimoine architectural et archéologie	Sites protégés, monuments historiques, patrimoine archéologique	**Fort** pour les secteurs Noisy-Champs / Chelles et Chelles / Clichy-Montfermeil **Nul** pour le reste du projet	Chantier	Présence potentielle de vestiges archéologiques Covisibilité et intervisibilité des travaux avec des monuments historiques	Évitement : diagnostic archéologique préalable aux travaux, fouilles archéologiques le cas échéant Réduction : traitement paysager du site de travaux (préservation des masques visuels tels que les arbres, mise en place de palissades)	Faible
		Nul à **positif** pour les secteurs Noisy-Champs / Chelles et Chelles / Clichy-Montfermeil **Nul** pour le reste du projet	Exploitation	Maison Bourlon à proximité de l'OA 0601P (env. 60 m)	Réduction : traitement architectural et paysager de l'ouvrage annexe (émergence)	Faible
	Paysage	**Fort** pour les secteurs Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes et Aulnay / Le Bourget RER **Modéré** pour les secteurs Noisy-Champs / Chelles, Chelles / Clichy-Montfermeil et La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel	Chantier	Création de gares : impact visuel modéré à fort en fonction du contexte. Création de puits (avec et sans émergence) : impact visuel faible.	Réduction : traitement paysager du site de travaux (préservation des masques visuels tels que les arbres, mise en place de palissades)	Faible à positif

Thématique	Sous thème	Secteur / ouvrage concerné et niveau d'impact	Phase	Impact brut global et niveau d'impact (ensemble du projet)	Mesures	Niveau d'impact résiduel global après application des mesures ERC
		Modéré pour le secteur Noisy-Champs / Chelles sauf **fort** pour le 0702P **Faible** pour le secteur Chelles / Clichy-Montfermeil sauf **fort** pour le 0601P **Modéré** pour le secteur Sevran-Livry / Sevran-Beaudottes sauf **fort** pour les gares de Sevran-Livry et Sevran-Beaudottes **Faible** pour le secteur Aulnay / Le Bourget RER sauf **fort** pour les gares d'Aulnay et Le Blanc-Mesnil **Faible** pour le secteur La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel sauf **fort** pour le 3401P et la gare de La Courneuve « Six Routes »	Exploitation	Création d'émergences permanentes : gares et ouvrages annexes	Réduction *:* insertion architecturale des gares et OA en superstructure, avec aménagements paysagers des abords des gares et OA en cohérence avec les espaces publics contigus	
Population, emploi et occupation du sol	-	**Modéré** pour l'ensemble du projet	Chantier	Consommation temporaire d'espaces urbains pour la mise en œuvre des chantiers.	Réduction : limitation de l'emprise des chantiers, optimisation de la localisation des puits d'entrée de tunneliers, optimisation des itinéraires de chantier et déviations, remise en état à la fin du chantier des espaces occupés temporairement.	Faible
		Positif pour l'ensemble du projet sauf **modéré** à **fort** pour la croissance démographique	Exploitation	Densification des territoires à proximité des gares, croissance de population, amélioration de desserte, développement des emplois, dynamisation économique	Mesures d'optimisation et d'accompagnement : mise en place de Contrats de Développement Territorial, assurer un développement urbain conforme au Grenelle Environnement, créer une capacité d'accueil appropriée à la croissance prévue de la population et de l'emploi, mesures de favorisation des impacts positifs du projet	Positif
Risques technologiques et pyrotechniques	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, sites SEVESO	**Faible** pour les secteurs Aulnay / Le Bourget RER et La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel **Nul** pour le reste du projet	Chantier	Risque lié au transport de matière dangereuse / activité industrielle avec un risque d'impact pour la sécurité du chantier (et sur la sécurité des intervenants).	Réduction : mise à jour des plans de sécurité par les entreprises, information et formation du personnel concernant les risques sur site, entretien des engins de chantier.	Négligeable
		Faible pour le secteur Aulnay / Le Bourget RER et le 3402P **Nul** pour le reste du projet	Exploitation	Risque lié au transport de matière dangereuse / activité industrielle avec un risque d'impact pour la sécurité de l'infrastructure et des usagers	Réduction : arrêt intégral ou partiel du service de voyageurs en cas de crise avérée sur la ligne ou sur un réseau de transport en correspondance, intervention des services de secours, formation des agents du gestionnaire du réseau de transport sur la conduite à tenir en cas d'accident technologique	Négligeable

Thématique	Sous thème	Secteur / ouvrage concerné et niveau d'impact	Phase	Impact brut global et niveau d'impact (ensemble du projet)	Mesures	Niveau d'impact résiduel global après application des mesures ERC
	Risque pyrotechnique	**Faible** pour les secteurs Aulnay / Le Bourget RER et La Courneuve « Six Routes » / Saint-Denis Pleyel **Nul** pour le reste du projet	Chantier	Risque de découverte fortuite d'engins explosifs	Évitement : réalisation de dépollution pyrotechnique si nécessaire Réduction : mise à jour des plans de sécurité par les entreprises, information et formation du personnel concernant les risques sur site	Négligeable
		Nul pour l'ensemble du projet	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*
Mobilité	-	**Fort** pour l'ensemble du projet	Chantier	Charroi des véhicules nécessaires aux chantiers, déviations d'itinéraire et impact sur les voiries, impact sur les transports en commun et les modes actifs.	Réduction : planification des chantiers et de l'évacuation des déblais, communication auprès des riverains et des usagers des voiries, suivi de la gestion des déblais, déviation des itinéraires et information adéquate des usagers	Faible
		Positif pour l'ensemble du projet sauf **modéré** aux abords des gares	Exploitation	Impact positif : augmentation de l'offre de transport en commun par report modal, délestage des tronçons de réseau ferré actuellement exploités, réduction de la sollicitation du réseau routier.	*Sans objet*	Positif
Air, énergie et gaz à effet de serre	-	**Modéré** pour l'ensemble du projet	Chantier	Émissions de polluants atmosphériques par le chantier (manutention des matériaux pulvérulents, circulation des engins de chantier etc.). Consommations d'énergies et émissions de gaz à effet de serre induites par la construction du projet	Réduction : bonnes pratiques de chantiers, rationalisation et optimisation des trajets de véhicules pour le chantier, choix de techniques de construction peu énergivores, utilisation de matériaux durables	Faible
		Faible à **positif** pour l'ensemble du projet	Exploitation	Consommations d'énergies induites par l'exploitation du métro Impact positif de réduction des émissions de gaz à effet de serre par report modal important de la voiture particulière vers les transports en commun (nouvelle offre du Grand Paris Express)	Réduction : utilisation d'énergies renouvelables pour le fonctionnement du projet, notamment les gares, choix d'un matériel roulant économe en énergie, optimisation de la fréquence de desserte en fonction des besoins	Faible à positif
Environnement sonore	-	**Fort** pour l'ensemble du projet sauf **nul** pour 0202P, 0210P, 0220P, 0201P, 0102P, 3403P	Chantier	Nuisances acoustique des chantiers sur les riverains, zones calmes, établissements sensibles	Réduction : management environnemental de chantier avec notamment l'information et la communication à l'attention des riverains, gestion des engins et matériels de chantier, gestion sonore du chantier	Faible
		Fort pour les gares et ouvrages d'accès secours et ventilation **Faible** pour les ouvrages d'accès secours **Nul** pour 0202P, 0210P, 0220P, 0201P, 0102P, 3403P	Exploitation	Nuisances acoustiques liées au fonctionnement des ouvrages	Réduction : mise en place de dispositifs de réduction des nuisances acoustiques sur les équipements techniques générateurs de nuisances (pièges à son, silencieux, mise en place de matériaux absorbants)	Faible
Vibrations	-	**Modéré** pour l'ensemble du projet	Chantier	Gêne des riverains liée à la perception tactile et/ou auditive (bruit solidien) Risque de perturbation des activités et/ou équipements sensibles aux vibrations, risque de dommage aux bâtiments et ouvrages en surplomb	Évitement : choix de tracé optimisé, étude de vulnérabilité du bâti et identification des bâtis à éviter Réduction : dispositions de réduction des vibrations à la source (gestion des vibrations du chantier), information du public / des riverains, instrumentation des ouvrages et bâtis particulièrement sensibles	Faible

Thématique	Sous thème	Secteur / ouvrage concerné et niveau d'impact	Phase	Impact brut global et niveau d'impact (ensemble du projet)	Mesures	Niveau d'impact résiduel global après application des mesures ERC
		Faible pour l'ensemble du projet	Exploitation	Gêne potentielle des riverains au droit du tunnel lors du passage des trains	Évitement : choix de tracé optimisé, étude de vulnérabilité du bâti et identification des bâtis à éviter Réduction : limitation des charges par essieu sur le matériel roulant, système de pose des voies adapté à l'atténuation vibratoire, dispositifs de réduction des vibrations émises par le passage d'une rame de métro sur les rails (semelles filtrantes entre le rail et la plateforme en béton et attaques de rail de type élastique)	Faible
Santé, sécurité	Santé	**Modéré** à proximité des ouvrages **Nul** pour le reste du projet	Chantier	Dégradation de la qualité de l'environnement lors de la phase chantier (émissions de poussières, émissions de gaz d'échappement des engins de chantier, risque de pollution des ressources en eau, déplacement de terres polluées)	Se reporter aux mesures mises en œuvre vis-à-vis de la qualité de l'air, de la protection des ressources en eau, de la gestion des terres polluées	Faible
		Positif pour l'ensemble du projet	Exploitation	Impact positif d'amélioration de la qualité de l'air	*Sans objet*	Positif
	Sécurité	**Modéré** à proximité des ouvrages **Nul** pour le reste du projet	Chantier	Augmentation de la circulation routière	Réduction : privilégier les modes de transport des déblais alternatifs à la route, mise en place de plans locaux de circulation temporaire, respect des normes de sécurité dans et aux abords des zones de chantier	Faible
		Positif à l'échelle du projet	Exploitation	Impact positif grâce au report modal des usagers	*Sans objet*	Positif
Ondes électromagnétiques	-	**Faible** pour l'ensemble du projet	Chantier	Émissions d'ondes électromagnétiques liées à l'exploitation de matériels mobiles et fixes en phase chantier.	Réduction : Choix des équipements électriques en fonction des paramètres de champ électromagnétique, respect des valeurs de référence	Nul
		-	Exploitation	*Sans objet*	*Sans objet*	*Sans objet*

Synthèse des impacts et mesures du projet des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue)

Les synoptiques et cartes pages suivantes illustrent cette synthèse.

Légende de la carte : Impacts bruts

Grand Paris Express
Noisy-Champs - Saint-Denis Pleyel
Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

- Fuseau d'étude
- Lignes 16 et 17 Sud
- Ligne 14 Nord
- Autres lignes du GPE
- Gare
- Gare (étudiée dans le cadre de la ligne 15 Sud)
- Ouvrage annexe : puits d'accès au tunnel
- Entrée/Sortie de tunnelier
- Ouvrage spécial : entonnement
- Limite communale

Eaux superficielles et souterraines :
- Cours d'eau
- Plan d'eau

Captage et périmètre de protection : (Impact nul)
- Captage AEP

Périmètre de protection :
- Captage de surface
- Captage souterrain

Géologie et Risque géologique :
Impacts liés aux anciennes carrières :
- Faible
- Modéré

Environnement Naturel :
- Natura 2000 : Zone de Protection Spéciale
- ZNIEFF de type 1
- ZNIEFF de type 2

Zone humide :
- Zone humide avérée (impact modéré)

Boisement :
- Bois du Montguichet (impact fort)

Agriculture :
- Parcelle agricole

Patrimoine :
Monument historique (par type) et périmètre de protection associé :
- Classé
- Inscrit
- En cours de classement

Légende du synoptique : Impacts bruts

Gare / Ouvrage :
07CHL Numéro d'ouvrage ou gare

Ressources en eaux :
Eaux superficielles :
- Zone inondable

Incidence du projet sur les zones inondables :
- Nulle
- Faible
- Modérée

Incidence des rejets d'exhaure dans les cours d'eau :
- Faible
- Forte

Géologie :
Impacts liés à la dissolution du gypse :

Tunnel :	*Puits et gare :*
Faible	Faible
Modéré	Modéré
Fort	Fort

Impacts liés au retrait-gonflement des argiles :
- Faible
- Modéré

Occupation du sous-sol :
Impacts des points singuliers en interaction avec le projet, et leurs identifiants (cf. chapitre EV7)
- 11 Faible
- 12 Modéré
- 13 Fort

Gestion des terres et milieux pollués :
Qualité des déblais (Impact) :
- Faible
- Modéré
- Fort

Transport des déblais issus des tunneliers (Impact sur le cadre de vie) :
- Fort

Environnement naturel :
Impact faune/flore/habitats :
- Faible
- Modéré
- Fort

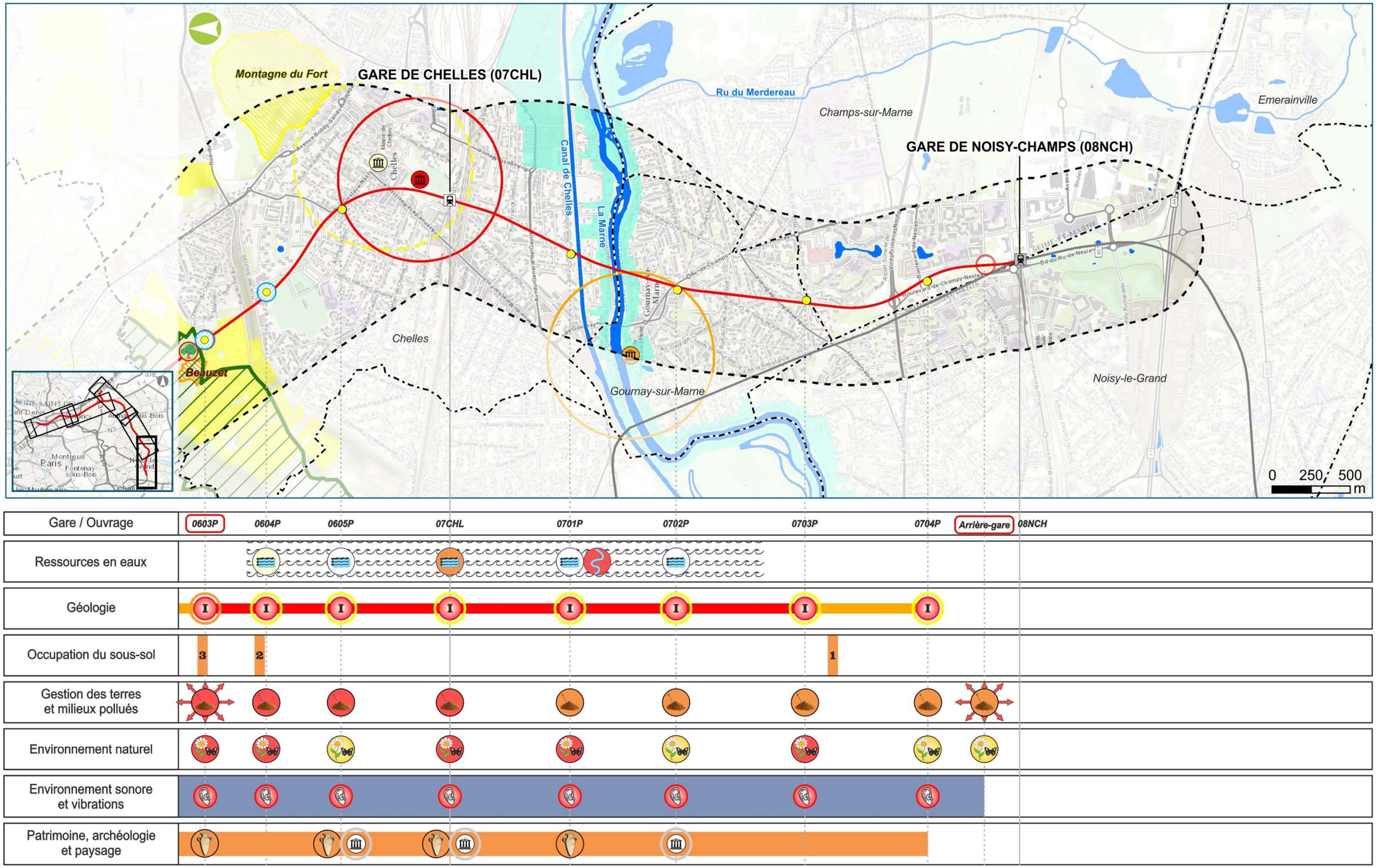
Environnement sonore et vibrations :
Impact sonore en phase chantier :
- Nul
- Modéré
- Fort

Impact vibratoire en phase chantier :
- Fort

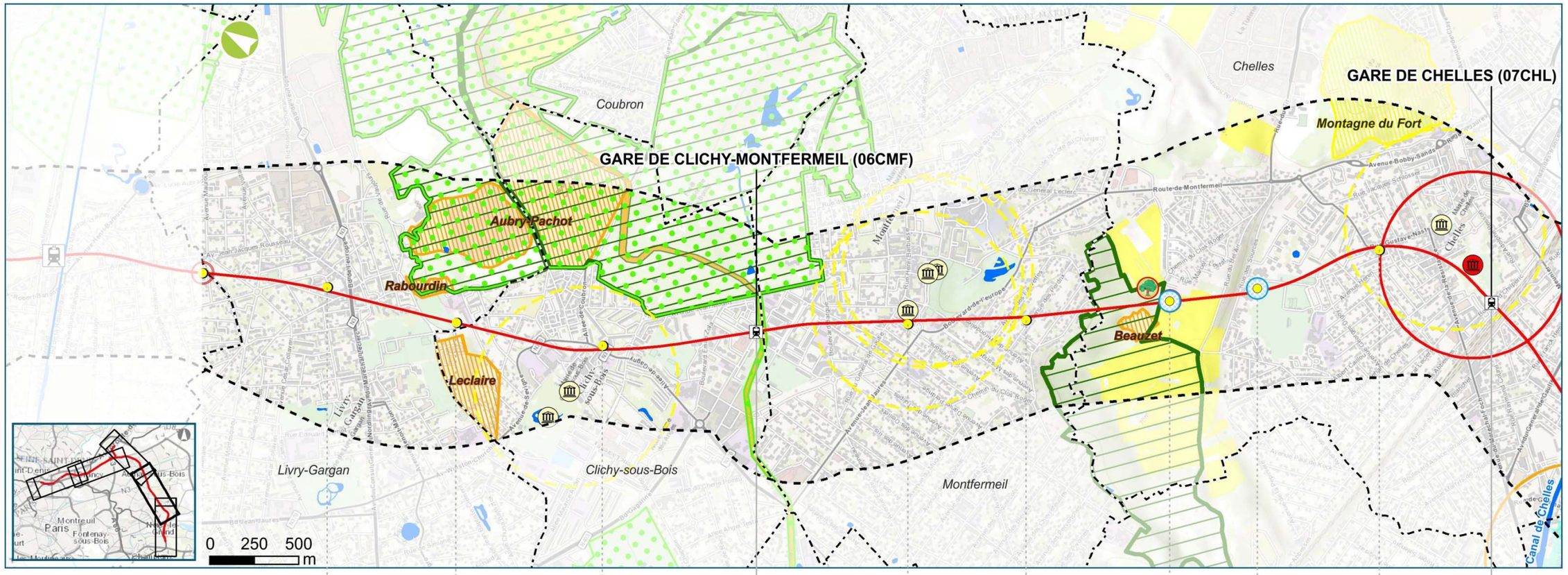
Patrimoine, archéologie et paysage :
Diagnostique archéologique :
- Diagnostique déja réalisé : résultat négatif, pas d'impact
- Présence de patrimoine archéologique suspectée : diagnostique à réaliser (impact modéré)

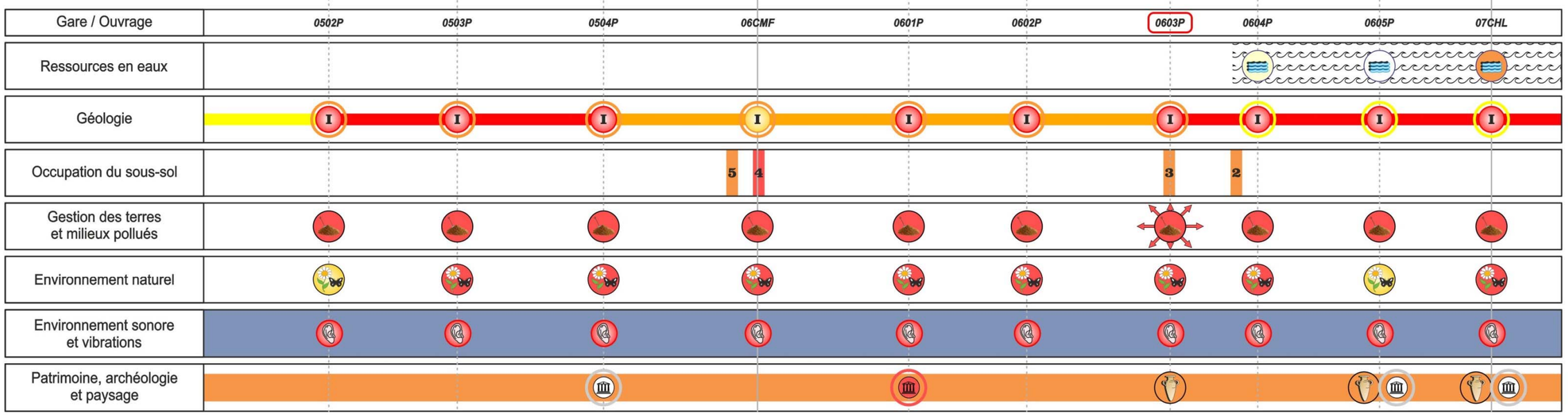
Monument historique : intersection du périmètre de protection avec les émergences du projet :
- Covisibilité ou intervisibilité (Impact fort)
- Absence de covisibilité ou intervisibilité (Impact nul)

Impact sur le paysage :
- Modéré
- Fort

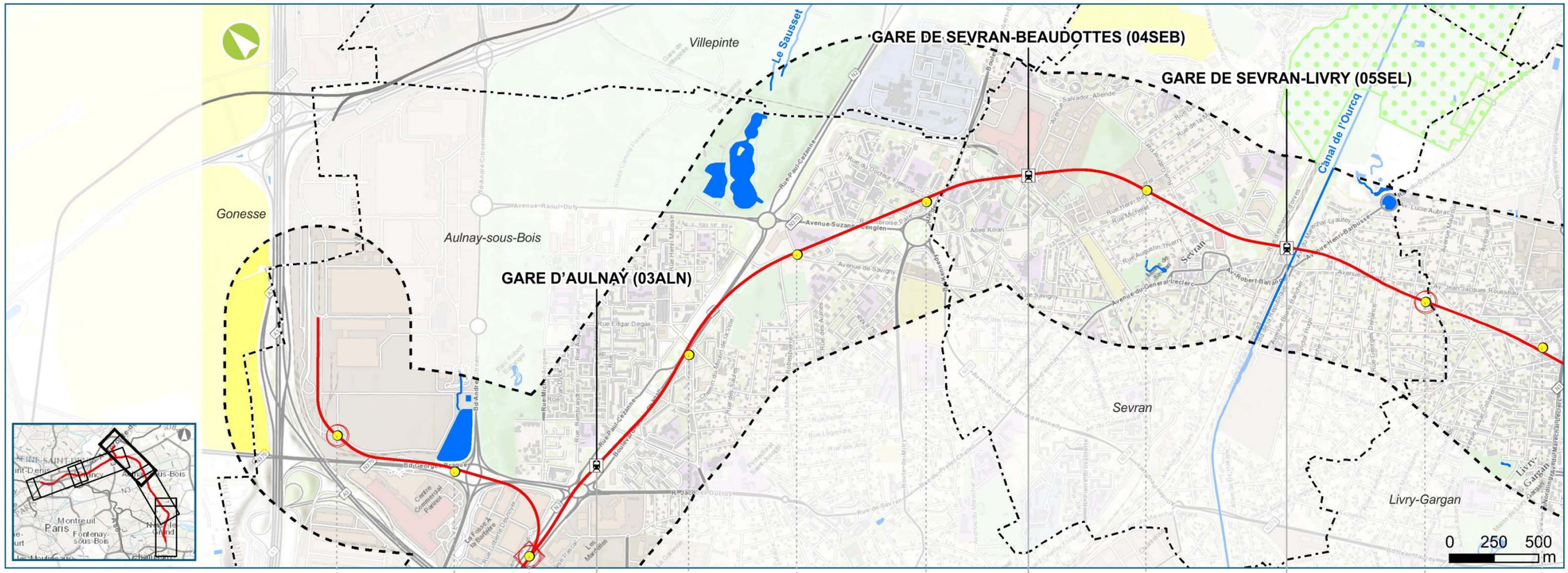


Carte et synoptique de synthèse des impacts environnementaux - Secteur Noisy-Champs / Chelles (Egis / Tractebel, 2016)

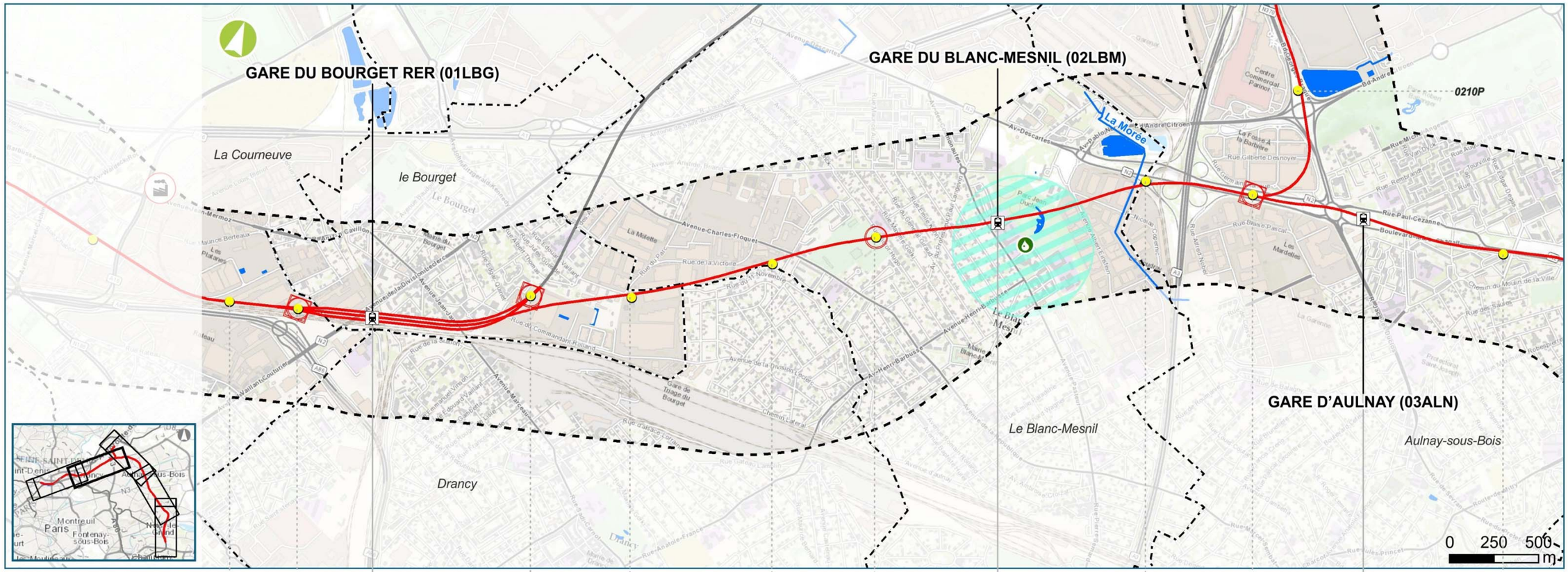




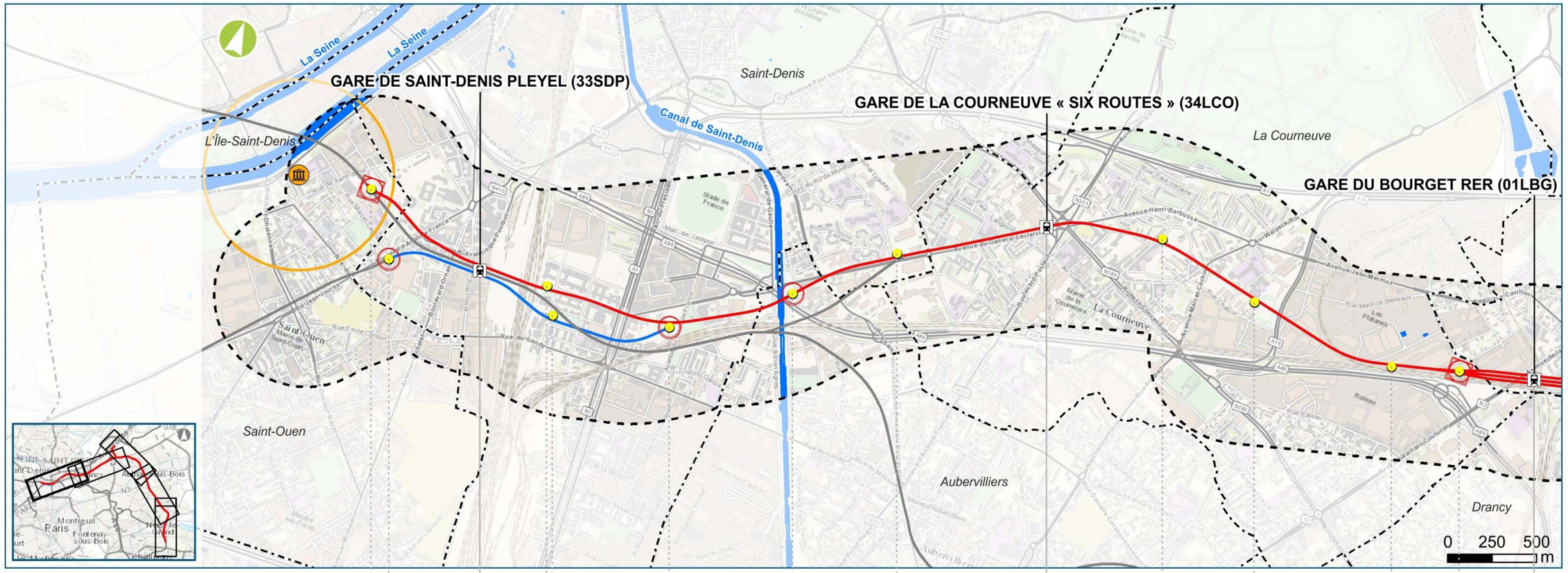
Carte et synoptique de synthèse des impacts environnementaux - Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil (Egis / Tractebel, 2016)



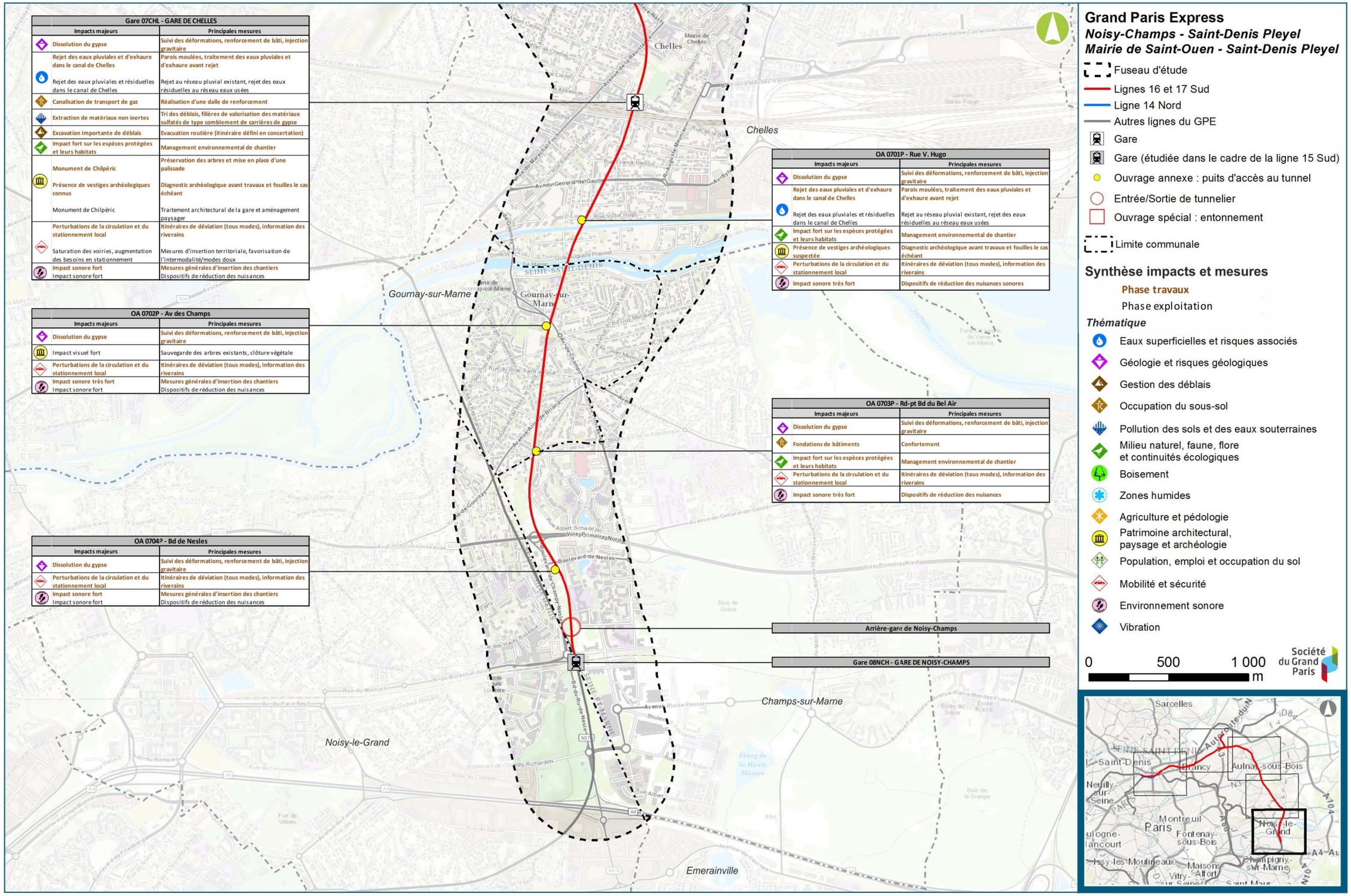
Carte et synoptique de synthèse des impacts environnementaux - Secteur Sevran-Livry / Aulnay (Egis / Tractebel, 2016)



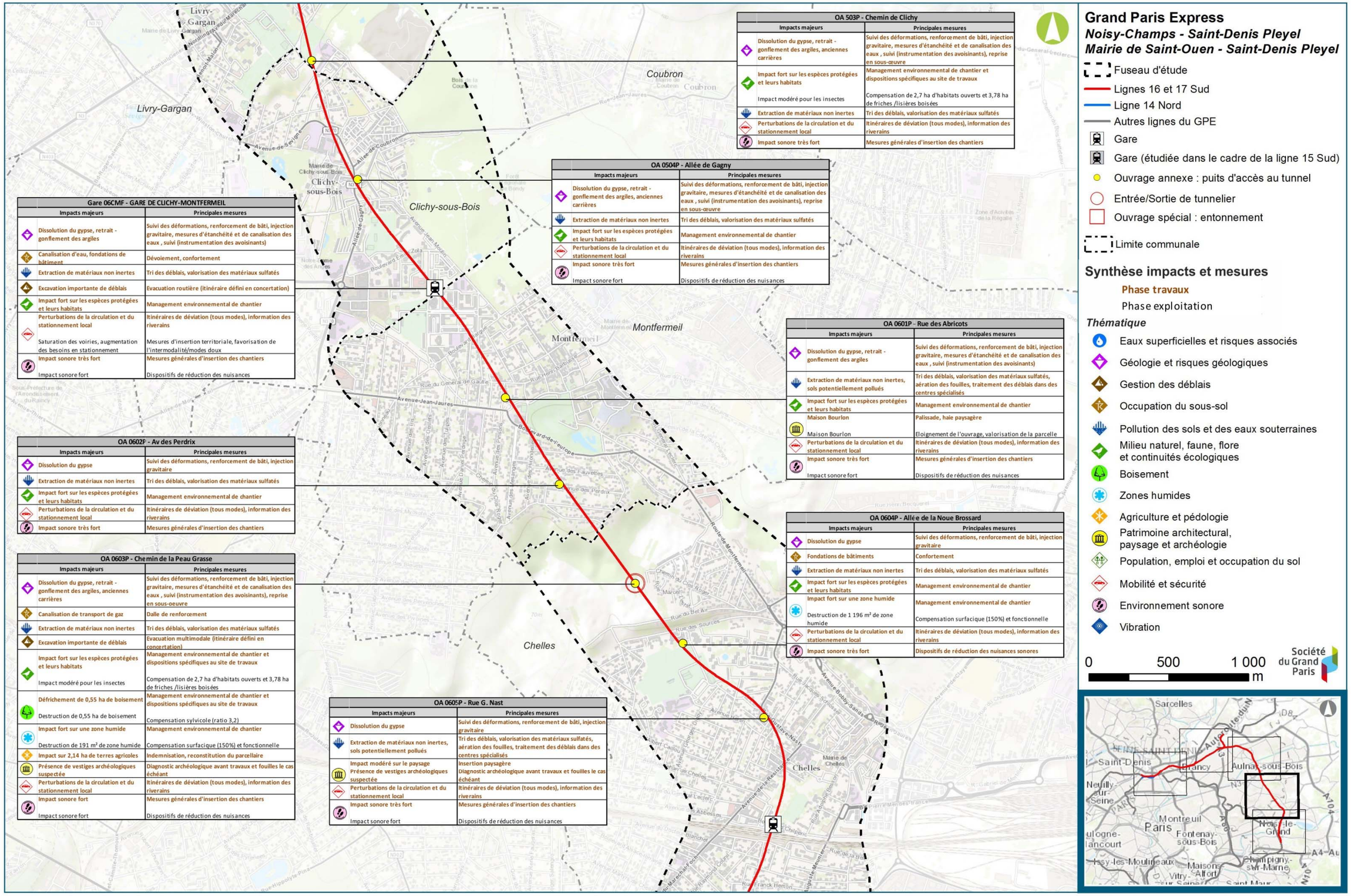
Carte et synoptique de synthèse des impacts environnementaux - Secteur Aulnay / Le Bourget RER (Egis / Tractebel, 2016)



Carte et synoptique de synthèse des impacts environnementaux - Secteur Le Bourget RER / Saint-Denis Pleyel (Egis / Tractebel, 2016)



Carte de synthèse des impacts environnementaux - Secteur Noisy-Champs / Chelles (Egis / Tractebel, 2016)



Gare 06CMF - GARE DE CLICHY-MONTFERMEIL

Impacts majeurs	Principales mesures
Dissolution du gypse, retrait - gonflement des argiles	Suivi des déformations, renforcement de bâti, injection gravitaire, mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux , suivi (instrumentation des avoisinants)
Canalisation d'eau, fondations de bâtiment	Dévoiement, confortement
Extraction de matériaux non inertes	Tri des déblais, valorisation des matériaux sulfatés
Excavation importante de déblais	Evacuation routière (itinéraire défini en concertation)
Impact fort sur les espèces protégées et leurs habitats	Management environnemental de chantier
Perturbations de la circulation et du stationnement local Saturation des voiries, augmentation des besoins en stationnement	Itinéraires de déviation (tous modes), information des riverains Mesures d'insertion territoriale, favorisation de l'intermodalité/modes doux
Impact sonore très fort Impact sonore fort	Mesures générales d'insertion des chantiers Dispositifs de réduction des nuisances

OA 0602F - Av des Perdrix

Impacts majeurs	Principales mesures
Dissolution du gypse	Suivi des déformations, renforcement de bâti, injection gravitaire
Extraction de matériaux non inertes	Tri des déblais, valorisation des matériaux sulfatés
Impact fort sur les espèces protégées et leurs habitats	Management environnemental de chantier
Perturbations de la circulation et du stationnement local	Itinéraires de déviation (tous modes), information des riverains
Impact sonore très fort	Mesures générales d'insertion des chantiers

OA 0603P - Chemin de la Peau Grasse

Impacts majeurs	Principales mesures
Dissolution du gypse, retrait - gonflement des argiles, anciennes carrières	Suivi des déformations, renforcement de bâti, injection gravitaire, mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux , suivi (instrumentation des avoisinants), reprise en sous-oeuvre
Canalisation de transport de gaz	Dalle de renforcement
Extraction de matériaux non inertes	Tri des déblais, valorisation des matériaux sulfatés
Excavation importante de déblais	Evacuation multimodale (itinéraire défini en concertation)
Impact fort sur les espèces protégées et leurs habitats Impact modéré pour les insectes	Management environnemental de chantier et dispositions spécifiques au site de travaux Compensation de 2,7 ha d'habitats ouverts et 3,78 ha de friches /lisières boisées
Défrichement de 0,55 ha de boisement Destruction de 0,55 ha de boisement	Management environnemental de chantier et dispositions spécifiques au site de travaux Compensation sylvicole (ratio 3,2)
Impact fort sur une zone humide Destruction de 191 m² de zone humide	Management environnemental de chantier Compensation surfacique (150%) et fonctionnelle
Impact sur 2,14 ha de terres agricoles	Indemnisation, reconstitution du parcellaire
Présence de vestiges archéologiques suspectée	Diagnostic archéologique avant travaux et fouilles le cas échéant
Perturbations de la circulation et du stationnement local	Itinéraires de déviation (tous modes), information des riverains
Impact sonore fort Impact sonore fort	Mesures générales d'insertion des chantiers Dispositifs de réduction des nuisances

OA 0605P - Rue G. Nast

Impacts majeurs	Principales mesures
Dissolution du gypse	Suivi des déformations, renforcement de bâti, injection gravitaire
Extraction de matériaux non inertes, sols potentiellement pollués	Tri des déblais, valorisation des matériaux sulfatés, aération des fouilles, traitement des déblais dans des centres spécialisés
Impact modéré sur le paysage Présence de vestiges archéologiques suspectée	Insertion paysagère Diagnostic archéologique avant travaux et fouilles le cas échéant
Perturbations de la circulation et du stationnement local	Itinéraires de déviation (tous modes), information des riverains
Impact sonore très fort Impact sonore fort	Mesures générales d'insertion des chantiers Dispositifs de réduction des nuisances

OA 0504P - Allée de Gagny

Impacts majeurs	Principales mesures
Dissolution du gypse, retrait - gonflement des argiles, anciennes carrières	Suivi des déformations, renforcement de bâti, injection gravitaire, mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux , suivi (instrumentation des avoisinants), reprise en sous-oeuvre
Extraction de matériaux non inertes	Tri des déblais, valorisation des matériaux sulfatés
Impact fort sur les espèces protégées et leurs habitats	Management environnemental de chantier
Perturbations de la circulation et du stationnement local	Itinéraires de déviation (tous modes), information des riverains
Impact sonore très fort Impact sonore fort	Mesures générales d'insertion des chantiers Dispositifs de réduction des nuisances

OA 503P - Chemin de Clichy

Impacts majeurs	Principales mesures
Dissolution du gypse, retrait - gonflement des argiles, anciennes carrières	Suivi des déformations, renforcement de bâti, injection gravitaire, mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux , suivi (instrumentation des avoisinants), reprise en sous-œuvre
Impact fort sur les espèces protégées et leurs habitats Impact modéré pour les insectes	Management environnemental de chantier et dispositions spécifiques au site de travaux Compensation de 2,7 ha d'habitats ouverts et 3,78 ha de friches /lisières boisées
Extraction de matériaux non inertes	Tri des déblais, valorisation des matériaux sulfatés
Perturbations de la circulation et du stationnement local	Itinéraires de déviation (tous modes), information des riverains
Impact sonore très fort	Mesures générales d'insertion des chantiers

OA 0601P - Rue des Abricots

Impacts majeurs	Principales mesures
Dissolution du gypse, retrait - gonflement des argiles	Suivi des déformations, renforcement de bâti, injection gravitaire, mesures d'étanchéité et de canalisation des eaux , suivi (instrumentation des avoisinants)
Extraction de matériaux non inertes, sols potentiellement pollués	Tri des déblais, valorisation des matériaux sulfatés, aération des fouilles, traitement des déblais dans des centres spécialisés
Impact fort sur les espèces protégées et leurs habitats	Management environnemental de chantier
Maison Bourlon Maison Bourlon	Palissade, haie paysagère Eloignement de l'ouvrage, valorisation de la parcelle
Perturbations de la circulation et du stationnement local	Itinéraires de déviation (tous modes), information des riverains
Impact sonore très fort Impact sonore fort	Mesures générales d'insertion des chantiers Dispositifs de réduction des nuisances

OA 0604P - Allée de la Noue Brossard

Impacts majeurs	Principales mesures
Dissolution du gypse	Suivi des déformations, renforcement de bâti, injection gravitaire
Fondations de bâtiments	Confortement
Extraction de matériaux non inertes	Tri des déblais, valorisation des matériaux sulfatés
Impact fort sur les espèces protégées et leurs habitats	Management environnemental de chantier
Impact fort sur une zone humide Destruction de 1 196 m² de zone humide	Management environnemental de chantier Compensation surfacique (150%) et fonctionnelle
Perturbations de la circulation et du stationnement local	Itinéraires de déviation (tous modes), information des riverains
Impact sonore très fort	Dispositifs de réduction des nuisances sonores

Grand Paris Express

Noisy-Champs - Saint-Denis Pleyel

Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

- Fuseau d'étude
- Lignes 16 et 17 Sud
- Ligne 14 Nord
- Autres lignes du GPE
- Gare
- Gare (étudiée dans le cadre de la ligne 15 Sud)
- Ouvrage annexe : puits d'accès au tunnel
- Entrée/Sortie de tunnelier
- Ouvrage spécial : entonnement
- Limite communale

Synthèse impacts et mesures

Phase travaux

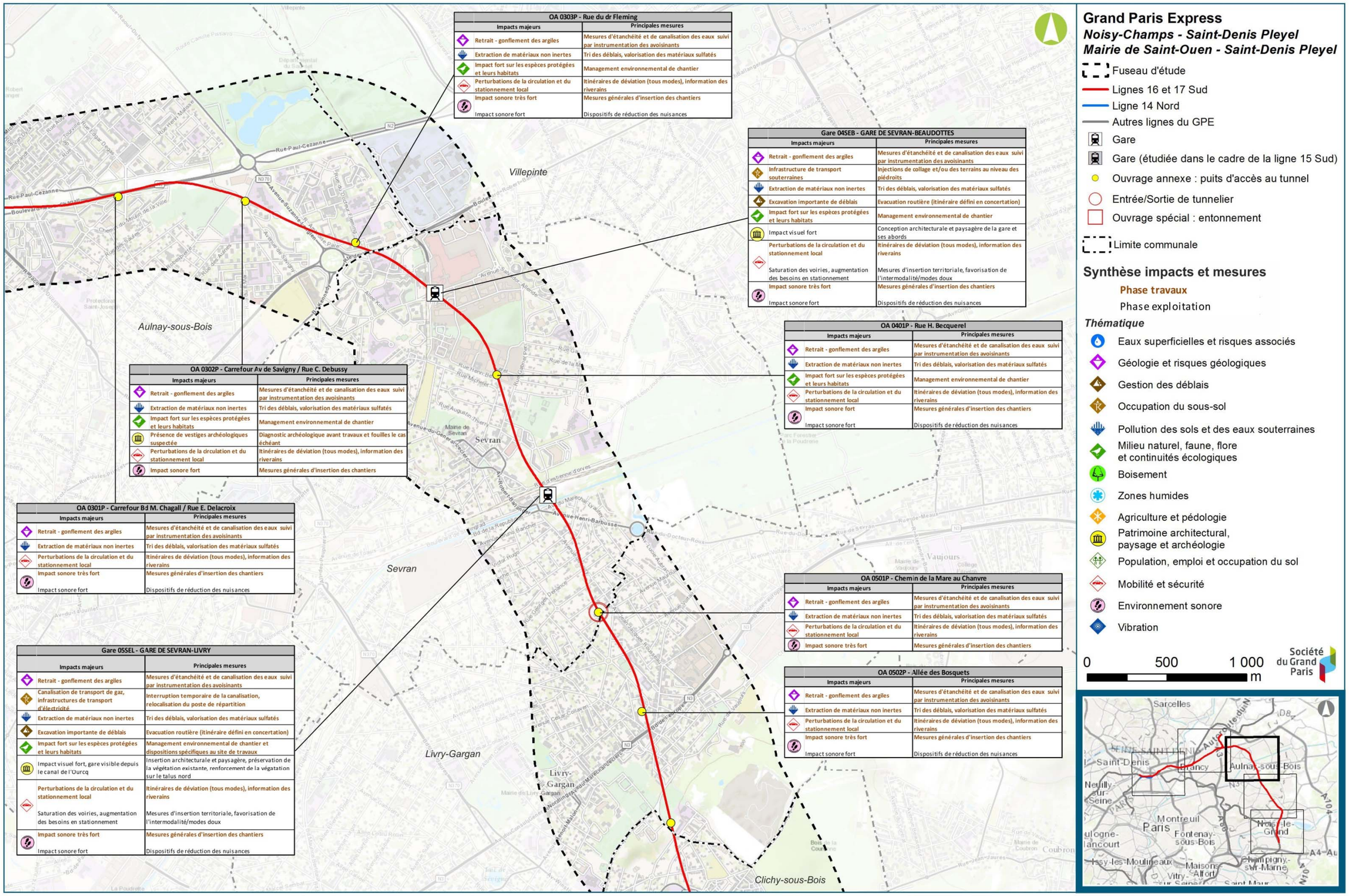
Phase exploitation

Thématique

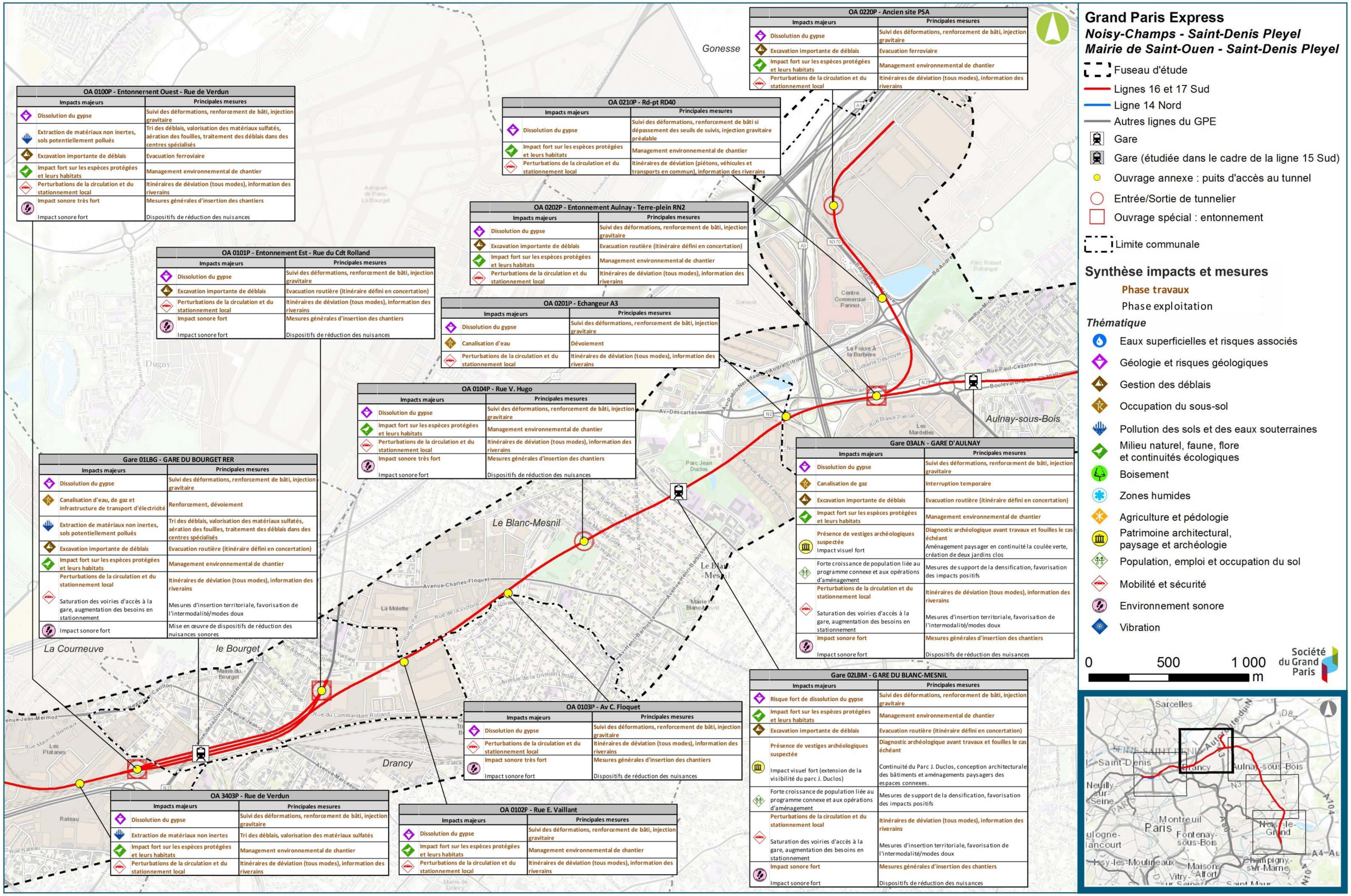
- Eaux superficielles et risques associés
- Géologie et risques géologiques
- Gestion des déblais
- Occupation du sous-sol
- Pollution des sols et des eaux souterraines
- Milieu naturel, faune, flore et continuités écologiques
- Boisement
- Zones humides
- Agriculture et pédologie
- Patrimoine architectural, paysage et archéologie
- Population, emploi et occupation du sol
- Mobilité et sécurité
- Environnement sonore
- Vibration

0 500 1 000 m

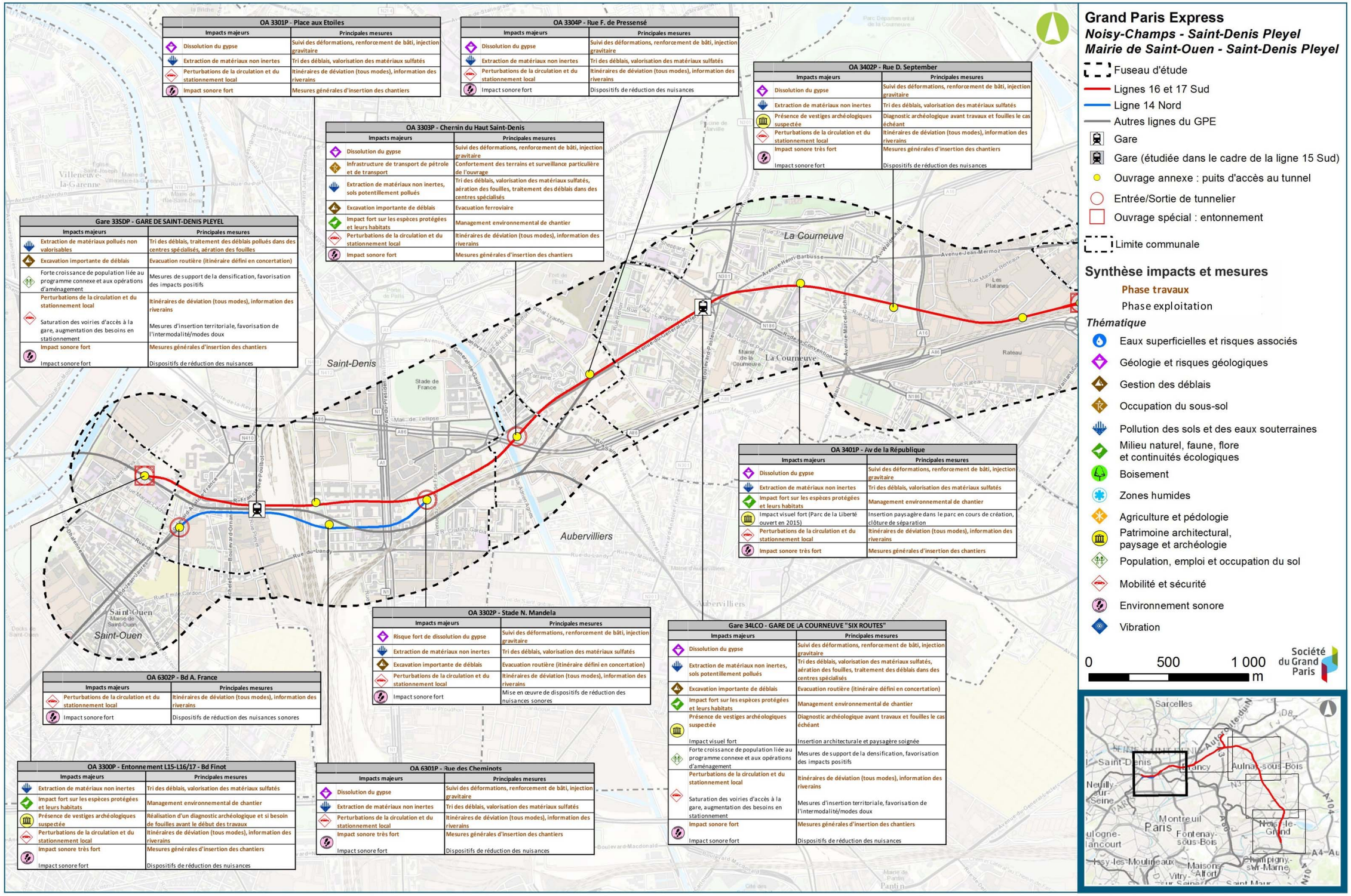
Carte de synthèse des impacts environnementaux - Secteur Chelles / Clichy-Montfermeil (Egis / Tractebel, 2016)



Carte de synthèse des impacts environnementaux - Secteur Sevran-Livry / Aulnay (Egis / Tractebel, 2016)



Carte et synoptique de synthèse des impacts environnementaux - Secteur Aulnay / Le Bourget RER (Egis / Tractebel, 2016)



Carte de synthèse des impacts environnementaux - Secteur Le Bourget RER / Saint-Denis Pleyel (Egis / Tractebel, 2016)

24.4. Présentation des principales modalités de suivi des mesures et de suivi de leurs effets

Conformément à l'article R.122-5 du code de l'environnement, le présent chapitre expose aussi les modalités de suivi des mesures prévues, ainsi que le suivi des effets de ces mesures. Des contrôles environnementaux spécifiques pourront être régulièrement réalisés sur le chantier, via le biais de contrôles internes et de contrôles externes.

Les modalités de suivi des mesures et de suivi de leurs effets, sont listées, pour chaque thématique environnementale concernée par une mesure de suivi, dans le tableau suivant.

Thématique	Suivi des mesures et de leurs effets
Relief, topographie	Suivi de la correspondance des actions de gestion des déblais avec les préconisations faites lors des études
Eaux superficielles et risques associés	Suivi des débits et de la qualité des eaux rejetées Surveillance des eaux souterraines, constitué de piézomètres
Géologie, risques géologiques	Mise en place d'une méthode d'observation de surface afin de mesurer la respiration naturelle du bâti et des ouvrages puis suivi des déformations engendrées suite aux travaux (phénomène de dissolution du gypse et carrière) Suivi des mouvements en surface par instrumentation des avoisinants vulnérable (retrait-gonflement des argiles de surface)
Eaux souterraines et risques associés	Suivi de chantier : mise en place de piézomètres, de dispositifs de mesure (compteurs, enregistreurs automatiques de niveau d'eau, tassomètres etc…). Réalisation d'analyses d'eau Rédaction et édition de rapports de suivi Suivi des ouvrages en phase exploitation Suivi piézométrique
Occupation du sous-sol	Monitoring géotechnique
Gestion des terres et milieux pollués	Suivi des chantiers sensibles par un MOE spécialisé Suivi de la qualité de l'air ambiant à proximité des bases chantier les plus sensibles Suivi de la traçabilité des évacuations de déblais Vérification par l'entreprise générale, le MOE, le MOA de la régularité des filières d'élimination prévues
Milieux naturels, faune, flore	Suivi écologique du chantier Suivi des sites à enjeux : zones humides, plans d'eau des sites Natura 2000
Risques technologiques / pyrotechniques	Entretien de l'infrastructure et du matériel roulant afin de limiter les incidents
Acoustique	Monitoring acoustique du chantier
Vibrations	Monitoring vibratoire du chantier Instrumentation des ouvrages et bâtis particulièrement sensibles

Synthèse thématique des suivis des mesures et de leurs effets

Ainsi, comme précisé dans l'annexe 4 au décret n°2015-1791 du 28 décembre 2015, déclarant d'utilité publique et urgents les travaux de réalisation des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue), la Société du Grand Paris, maître d'ouvrage, assurera le suivi des mesures décrites précédemment dans le présent chapitre V du volet E, conformément aux recommandations de la commission d'enquête de la manière qui suit.

Toutes les gares du Grand Paris Express font l'objet de comités de pilotage dédiés, qui rassemblent à chaque fois, les maires, les services de l'État, les présidents de communautés d'agglomération et des conseils départementaux, les représentants du STIF et les entreprises de transport (SNCF Réseaux et SNCF Mobilités, RATP et Aéroports De Paris). Chacune des réunions de comités de pilotage est préparée en amont par plusieurs réunions techniques. En complément des réunions d'information qu'il organise, le maître d'ouvrage intervient à la demande des élus lors des conseils municipaux et répond aux différentes interrogations des habitats, à l'occasion de réunions de quartier.

La concertation et la communication de proximité avec les habitats seront maintenues pendant toute la durée du chantier et jusqu'à un an après la mise en service.

Le projet fera l'objet de points d'avancement réguliers auprès des mairies concernées au moins une fois par an. À l'initiative ou avec l'accord des élus, des réunions d'information du public, avec présentation de données factuelles pourront être organisées en ciblant plus directement la population concernée par la nature des travaux à réaliser, que ce soit avant, en cours de leur exécution et jusqu'à un an après la mise en service.

Ces moments réguliers de concertation de proximité seront des moments privilégiés de suivi de la réalisation des mesures destinées à éviter, réduire ou compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et du suivi de leurs effets sur l'environnement.

Un état d'avancement de la mise en œuvre des mesures sera établi par la Société du Grand Paris aux étapes suivantes :

- Au démarrage des travaux ;
- Une fois par an durant les travaux ;
- Dans l'année qui suit la mise en service pour la présentation du premier bilan environnemental,
- Éventuellement entre 3 et 5 ans après la mise en service pour la présentation du bilan économique, social et environnemental définitif pour émettre un avis sur les suites à y donner.

24.5. Coûts associés aux mesures d'évitement, de réduction et de compensation

Les mesures d'évitement (ou de suppression) des impacts négatifs sont par définition intégrées dans la conception du projet, leur coût est donc difficilement individualisable, car compris dans la coût global du projet. Dans certains cas, l'évitement pris en compte dès le stade de la conception, ou correspondant à l'application de la règlementation, ne représente aucun coût supplémentaire.

Pour mémoire**, le coût de réalisation du projet des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue), y compris foncier et acquisition du matériel roulant, s'établit à 3,860 milliards d'euros HT aux conditions économiques de janvier 2012.**

Ce montant inclut les frais d'étude, de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre.

24.5.1. Relief, topographie

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Adaptation du profil en long et de la profondeur des ouvrages	Coût intégré au coût global du projet (conception)
Aménagement qualitatif des bases chantier et des aires de stockage	Coût intégré au programme de travaux
Organisation de la gestion des déblais	

24.5.2. Eaux superficielles et risques associés

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Réalisation du tunnel au tunnelier, maitrise de la pression de confinement, surveillance du niveau de remplissage de la chambre	Coût intégré au programme de travaux
Anticipation de travaux de maintenance, auscultation des déformations en surface	
Mise en œuvre de parois moulées, dispositifs de réduction de la perméabilité en fond de fouille	Coût intégré au coût global du projet (conception)
Gestion quantitative et qualitative des eaux rejetées	
Respect des préconisations réglementaires	
Compensation par démolition de bâti / décaissement	

24.5.3. Géologie et risques géologiques

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Mesures d'évitement (adaptation du profil en long, recensement des carrières)	Coût intégré au coût global du projet (conception)
<u>Mesures liées au phénomène de dissolution du gypse :</u> **Technique du tunnelier pour le creusement du tunnel** **Mise en œuvre de parois moulées pour les ouvrages** **Dispositions constructives de confortement des sols** **Renforcement de bâtis le cas échéant**	Coût intégré au programme de travaux
<u>Mesures liées au risque carrière (si nécessaire) :</u> **Comblement à pied d'oeuvre** **Injection de matériau de comblement**	
<u>Mesures liées au retrait-gonflement des argiles de surface :</u> **Adaptation des techniques de construction** **Réalisation de vides sanitaires** **Étanchéification des terrains** **Canalisation des écoulements de surface**	
<u>Mesures de suivi :</u> **Mise en place d'une méthode d'observation de surface afin de mesurer la respiration naturelle du bâti et des ouvrages puis suivi des déformations engendrées suite aux travaux (phénomène de dissolution du gypse et carrière)** **Suivi par instrumentation des avoisinants vulnérable (retrait-gonflement des argiles de surface)**	

24.5.4. Eaux souterraines et risques associés

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Mesures d'évitement (construction du tunnel au tunnelier, parois moulées, voussoirs du tunnel étanches)	Coût intégré au coût global du projet (conception)
<u>Mesures liées au rabattement de nappe</u> **Adaptation des dispositions constructives** **Réinjection des débits en nappe**	Coût intégré au programme de travaux

24.5.5. Occupation du sous-sol

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Ajustement du profil en long	Coût intégré au coût global du projet (conception)
Technique du tunnelier pour le creusement du tunnel **Mise en œuvre de parois moulées** **Conventionnement avec les gestionnaires de réseaux** **Dévoiements de réseaux** **Confortement des terrains / des ouvrages**	Coût intégré au programme de travaux

24.5.6. Gestion des terres et milieux pollués

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Mesures d'évitement (transport fluvial / ferroviaire, tunnelier et parois moulées, choix des adjuvants)	Coût intégré au coût global du projet (conception)
<u>Mesures liées aux volumes de déblais</u> **Optimisation du dimensionnement des ouvrages** **Mutualisation des ouvrages** **Études de filières de valorisation**	Coût intégré au coût global du projet (conception)
<u>Mesures liées au transport de déblais</u> **Management environnemental du transport des déblais** **Communication auprès des riverains** **Phasage fin du chantier** **Choix d'itinéraires de chantier pertinents** **Bâchage des camions et lavage des roues**	Coût intégré au programme de travaux
<u>Mesures liées à la qualité des déblais</u> **Caractérisation de la qualité chimique des sols** **Choix de filières adaptées** **Mise en œuvre de plans de gestion spécifiques**	Coût intégré au programme de travaux

24.5.7. Milieux naturels, faune, flore, continuités écologiques, boisements et zones humides

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Mesures générales	
Évitement des zones à enjeux écologiques majeurs	Coût intégré au coût global du projet (conception)
Optimiser les emprises chantiers	Coût intégré au coût global du projet (conception)
Formation obligatoire du personnel de chantier	Coût intégré au programme de travaux
Éviter la prolifération d'espèces invasives	Décapage et mise en dépôt, ou évacuation de la terre végétale (sans traitement) : 3 à 4 euros le m^3 Ensemencement d'espèces rustiques et locales : 1 à 2 euros le m^2
Remise en état du sol après travaux	Reprise de terre végétale stockée : de 3 à 5 € par m^3 Apport de terre végétale : de 10 à 18 € par m^3 Remodelage, talutage : 4 à 6 euros par m^3 Plantations : dépendant des essences sélectionnées
Élaboration d'un plan de lutte contre les pollutions accidentelles	Bassin de décantation provisoire : 20 à 35 € par m^2 Fossé provisoire de collecte : 2 à 3 € par ml Imperméabilisation par géomembrane : 8 à 10 € par m^2
Balisage de l'emprise du chantier	<u>Coût du balisage :</u> Rubalise entre 15€ le rouleau de 500 m (rubalise simple) et 35€ le rouleau de 250 m (rubalise biodégradable et personnalisable) Grillage plastique : de 48 à 58 € les 50 m en fonction de l'épaisseur Cordage Piquets : 15 à 30 € les 10 (un piquet tous les 3-4 mètres environ) <u>Coût des clôtures :</u> clôtures à mailles fines pour petite faune : 15 à 20 € par mètre linéaire
Adapter le calendrier des travaux	Coût intégré au coût global du projet (conception)

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Ne pas éclairer le chantier la nuit	Le coût de cette mesure est difficilement estimable. Il apparait vraisemblablement comme négatif, puisqu'il permet une économie d'énergie.
Limiter les nuisances sonores	Coût intégré au programme de travaux
Mesures spécifiques	
Déplacement d'individus en amont de la phase chantier et comblement des milieux de reproduction	Coût intégré au programme de travaux
Mise en place de barrières anti-retour pour les amphibiens	
Rendre la zone de travaux peu attractive	
Précaution à prendre lors de l'abattage d'arbres à cavité et déconstruction d'habitations	
Réaliser des caches de substitution pour la petite faune	
Mise en place d'une capture/déplacement des individus en amont de la phase chantier puis fauche et terrassement des habitats d'espèces	
Mise en place de murets en pierres sèches	
Installation de clôtures temporaire étanches et élaboration d'un plan de lutte contre les pollutions accidentelles (0504P Nord)	
Mesures de compensation	
Mesures compensatoires pour les zones humides (restauration de la friche arbustive, création d'une petite mare, création de sentier aménagé sur pilotis, suivi de la reprise de la végétation humide)	Estimation totale : 150 000 €
Restauration et création d'habitats favorables aux insectes	A ce stade des études : 50 000 €
Gestion et suivis des mesures compensatoires pour la faune sur 30 ans	A ce stade des études : 50 000 €

24.5.8. Agriculture et pédologie

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Emprises limitées au strict nécessaire	Coût intégré au coût global du projet (conception)

24.5.9. Paysage, patrimoine architecturel et archéologie

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Mesures d'évitement (diagnostic archéologique, fouilles)	Coût intégré au programme de travaux
Traitement paysager des sites de travaux	Coût intégré au programme de travaux
Insertion architecturale des gares, aménagements paysagers	Coût intégré au coût global du projet (conception)

24.5.10. Population, emploi et occupation du sol

Nota : Les mesures d'optimisation consistent principalement en l'utilisation ou l'élaboration d'outils de planification, ce qui n'implique pas nécessairement de coûts directs et ne relève pas de la responsabilité du maître d'ouvrage.

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Limitation de l'emprise des chantiers	Coût intégré au coût global du projet (conception)
Optimisation de la localisation des puits d'entrée de tunneliers	
Optimisation des itinéraires de chantier et déviations	Coût intégré au programme de travaux
Remise en état à la fin du chantier des espaces occupés temporairement	

24.5.11. Risques technologiques et pyrotechniques

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Formation des agents du gestionnaire du réseau de transport	*Coût non défini à ce stade du projet, relevant de la responsabilité de l'exploitant*
Mise à jour des plans de sécurité **Information et formation du personnel concernant les risques sur site** **Entretien des engins de chantier** **Réalisation de dépollution pyrotechnique si nécessaire**	Coût intégré au programme de travaux

24.5.12. Mobilité et sécurité

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Planification des chantiers et de l'évacuation des déblais **Communication auprès des riverains et des usagers des voiries** **Mise en place d'itinéraires de déviations (véhicules, piétons et transport)**	Coût intégré au programme de travaux

24.5.13. Air, énergie et gaz à effet de serre

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Bonnes pratiques de chantier **Rationalisation et optimisation des trajets de véhicules pour le chantier** **Choix de techniques de construction peu énergivores** **Utilisation de matériau durable**	Coût intégré au programme de travaux
Utilisation d'énergies renouvelables pour le fonctionnement du projet **Choix d'un matériel roulant économe en énergie**	Coût intégré au coût global du projet (conception)
Optimisation de la fréquence de desserte en fonction des besoins	*Coût non défini à ce stade du projet, relevant de la responsabilité de l'exploitant*

24.5.14. Environnement sonore

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
<u>Management environnemental de chantier</u> : **Information et communication** **Gestion des engins et matériels de chantier** **Gestion sonore du chantier**	Coût intégré au programme de travaux
Dispositifs de réduction des nuisances acoustiques sur les équipements techniques	Coût intégré au coût global du projet (conception)

24.5.15. Vibrations

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Mesures d'évitement : choix de tracé optimisé, identification des bâtis à éviter via l'étude de vulnérabilité du bâti	Coût intégré au coût global du projet (conception)
Dispositions de réduction des vibrations à la source (gestion des vibrations du chantier) **Information du public / des riverains** **Instrumentation des ouvrages et bâtis particulièrement sensibles**	Coût intégré au programme de travaux
Limitation des charges par essieu **Système de pose des voies adapté à l'atténuation vibratoire** **Dispositifs de réduction des vibrations émises par le passage d'une rame de métro sur les rails**	Coût intégré au coût global du projet (conception)

24.5.16. Ondes électromagnétiques

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Choix des équipements électriques en fonction des paramètres de champ électromagnétique **Respect des valeurs de référence**	Coût intégré au programme de travaux

24.5.17. Santé et sécurité

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Mesures vis-à-vis de la santé : mesures de préservation de la qualité de l'air / protection des ressources en eau / gestion des terres polluées – en phase chantier	Coût intégré au programme de travaux
Privilégier les modes de transport des déblais alternatifs à la route **Mise en place de plans locaux de circulation temporaire** **Respect des normes de sécurité dans et aux abords des zones de chantier**	Coût intégré au programme de travaux

VI - ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000

1. Préambule et contexte réglementaire

1.1. Rappels sur le réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 regroupe l'ensemble des espaces désignés en application de deux Directives européennes :

- la Directive n°2009/147/CE du 30 novembre 2009, dite Directive « Oiseaux », qui prévoit la protection des milieux nécessaires à la survie d'espèces d'oiseaux considérées comme rares ou menacées à l'échelle de l'Europe. Dans chaque pays de l'Union Européenne, sont classés en Zone de Protection Spéciale (ZPS) les sites les plus adaptés à la conservation des milieux abritant ces espèces ;

- la Directive n°92/43/CEE du 21 mai 1992 modifiée, dite Directive « Habitats », dont l'objectif est la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvages d'intérêt européen. Elle prévoit la création d'un réseau écologique européen de sites Natura 2000. Ces sites correspondent aux Zones Spéciales de Conservation (ZSC) désignées au titre de la Directive Habitats.

Ainsi, le réseau Natura 2000 est un réseau écologique européen cohérent formé des ZSC et ZPS désignées par les États membres. Dans ces sites, ils s'engagent à maintenir dans un état de conservation favorable les habitats naturels, les espèces et les habitats d'espèces d'intérêt communautaire. Pour ce faire, ils peuvent utiliser des mesures de restauration, de gestion et d'entretien. La France a choisi une mise en œuvre contractuelle : le Contrat Natura 2000.

Les ZSC non validées sont nommées Sites d'Importance Communautaire (SIC). La circulaire du 15 avril 2010 du Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, précise que les Sites d'Importance Communautaire (SIC) figurant sur une liste biogéographique prise par décision de la Commission européenne doivent être regardés comme des sites Natura 2000.

1.2. Cadre réglementaire

Bien que la Directive « Habitats-Faune-Flore » n'interdise pas formellement la conduite de nouvelles activités sur les sites Natura 2000, elle instaure au travers de ses articles 6-3 et 6-4 une évaluation des incidences Natura 2000 des plans et projets dont l'exécution pourrait avoir des répercussions significatives sur les sites (pSIC/SIC/ZSC, ZPS).

L'article 6-3 conduit les autorités nationales compétentes des États-membres à n'autoriser un plan ou un projet que si, au regard de l'évaluation de ses incidences, il ne porte pas atteinte à l'intégrité du site considéré.

L'article 6-4 permet cependant d'autoriser un projet ou un plan en dépit des conclusions négatives de l'évaluation des incidences sur le site, à condition :

- qu'il n'existe aucune solution alternative ;

- que le plan ou le projet soit motivé par des raisons impératives d'intérêt public majeur ;

- d'avoir recueilli l'avis de la Commission lorsque le site abrite un habitat naturel ou une espèce prioritaire et que le plan ou le projet est motivé par une raison impérative d'intérêt public majeur autre que la santé de l'Homme, la sécurité publique ou des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;

- que l'État-membre prenne toute mesure compensatoire nécessaire pour garantir la cohérence globale du réseau Natura 2000, ces mesures devant être notifiées à la Commission.

Cette directive a été transposée en droit français par l'ordonnance n°2001-321 du 11 avril 2001. Le régime d'évaluation des incidences au titre de Natura 2000 est régi par le code de l'environnement (articles L414-4 et R414-19 à 23). La circulaire du 15 avril 2010 relative à l'évaluation des incidences Natura 2000 a complété ce dispositif.

Pour être en conformité avec l'article 6 de la Directive « Habitats », l'État français a précisé le champ d'application du régime d'évaluation des incidences au travers des lois du 1er août 2008 relative à la responsabilité environnementale et du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (loi « Grenelle II ») et de leurs décrets d'application.

Les modalités d'application du régime d'évaluation des incidences sont définies à l'article L414-4 du code de l'environnement et précisées par les décrets n°2010-365 du 9 avril 2010 et 2011-966 du 16 août 2011.

En pratique, le régime d'évaluation d'incidences s'articule autour de listes, au lieu d'interdire ou limiter, qui proposent de soumettre à évaluation d'incidences un certain nombre de documents de planification, programmes, activités, travaux, aménagements, installations, manifestations ou interventions dans le milieu naturel avant d'autoriser leur réalisation.

Ces listes sont au nombre de trois :

- La liste dite « liste nationale » des documents de planification, programmes ou projets, ainsi que des manifestations et interventions qui doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences en application de l'article L.414-4 du code de l'environnement, est définie à l'article R.414-19. Elle concerne des projets qui sont soumis à un régime administratif d'autorisation, d'approbation ou de déclaration au titre d'une législation ou d'une réglementation distincte de Natura 2000. Cette liste nationale s'applique sur tout le territoire métropolitain, sans distinction géographique ;

- Les premières listes locales viennent compléter dans chaque département la liste nationale définie à l'article R.414-19 du code de l'environnement. Comme la liste nationale, ces listes départementales ne visent que des projets qui sont soumis, au titre d'une législation ou d'une réglementation distincte de Natura 2000, à un régime administratif d'autorisation, d'approbation ou de déclaration ;

- Des listes appelées « secondes listes locales » viennent compléter dans chaque département la liste nationale et la première liste locale départementale. Au contraire des deux précédentes, elles visent des activités qui ne relèvent pas d'un régime administratif d'autorisation, d'approbation ou de déclaration au titre d'une législation ou d'une réglementation distincte de Natura 2000 (article L.414-4 du code de l'environnement). On parle de régime d'autorisation propre à Natura 2000.

Cette liste est adaptée au plus près des enjeux des sites Natura 2000 du département et indique si l'obligation de réaliser une évaluation des incidences s'applique dans le périmètre d'un ou de plusieurs sites Natura 2000 ou sur tout ou partie du territoire départemental.

Le contenu du dossier de demande d'autorisation est défini par l'article R.414-23 du code de l'environnement. Cette évaluation doit être proportionnée à l'importance du projet et aux objectifs de conservation du site : habitats (milieux naturels) et espèces concernés.

« I.- Le dossier comprend dans tous les cas :

1° Une présentation simplifiée du document de planification, ou une description du programme, du projet, de la manifestation ou de l'intervention, accompagnée d'une carte permettant de localiser l'espace terrestre ou marin sur lequel il peut avoir des effets et les sites Natura 2000 susceptibles d'être concernés par ces effets ; lorsque des travaux, ouvrages ou aménagements sont à réaliser dans le périmètre d'un site Natura 2000, un plan de situation détaillé est fourni ;

2° Un exposé sommaire des raisons pour lesquelles le document de planification, le programme, le projet, la manifestation ou l'intervention est ou non susceptible d'avoir une incidence sur un ou plusieurs sites Natura 2000 ; dans l'affirmative, cet exposé précise la liste des sites Natura 2000 susceptibles d'être affectés, compte tenu de la nature et de l'importance du document de planification, ou du programme, projet, manifestation ou intervention, de sa localisation dans un site Natura 2000 ou de la distance qui le sépare du ou des sites Natura 2000, de la topographie, de l'hydrographie, du fonctionnement des écosystèmes, des caractéristiques du ou des sites Natura 2000 et de leurs objectifs de conservation.

II.- Dans l'hypothèse où un ou plusieurs sites Natura 2000 sont susceptibles d'être affectés, le dossier comprend également une analyse des effets temporaires ou permanents, directs ou indirects, que le document de planification, le programme ou le projet, la manifestation ou l'intervention peut avoir, individuellement ou en raison de ses effets cumulés avec d'autres documents de planification, ou d'autres programmes, projets, manifestations ou interventions dont est responsable l'autorité chargée d'approuver le document de planification, le maître d'ouvrage, le pétitionnaire ou l'organisateur, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites.

III.- S'il résulte de l'analyse mentionnée au II que le document de planification, ou le programme, projet, manifestation ou intervention peut avoir des effets significatifs dommageables, pendant ou après sa réalisation ou pendant la durée de la validité du document de planification, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites, le dossier comprend un exposé des mesures qui seront prises pour supprimer ou réduire ces effets dommageables.

IV.- Lorsque, malgré les mesures prévues au III, des effets significatifs dommageables subsistent sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites, le dossier d'évaluation expose, en outre :

1° La description des solutions alternatives envisageables, les raisons pour lesquelles il n'existe pas d'autre solution que celle retenue et les éléments qui permettent de justifier l'approbation du document de planification, ou la réalisation du programme, du projet, de la manifestation ou de l'intervention, dans les conditions prévues aux VII et VIII de l'article L. 414-4 ;

2° La description des mesures envisagées pour compenser les effets dommageables que les mesures prévues au III ci-dessus ne peuvent supprimer. Les mesures compensatoires permettent une compensation efficace et proportionnée au regard de l'atteinte portée aux objectifs de conservation du ou des sites Natura 2000 concernés et du maintien de la cohérence globale du réseau Natura 2000. Ces mesures compensatoires sont mises en place selon un calendrier permettant d'assurer une continuité dans les capacités du réseau Natura 2000 à assurer la conservation des habitats naturels et des espèces. Lorsque ces mesures compensatoires sont fractionnées dans le temps et dans l'espace, elles résultent d'une approche d'ensemble, permettant d'assurer cette continuité ;

3° L'estimation des dépenses correspondantes et les modalités de prise en charge des mesures compensatoires, qui sont assumées, pour les documents de planification, par l'autorité chargée de leur approbation, pour les programmes, projets et interventions, par le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire bénéficiaire, pour les manifestations, par l'organisateur bénéficiaire. ».

Ainsi, une étude d'incidence sur le ou les sites Natura 2000 situé(s) dans la zone d'influence du projet est réalisée. L'objectif étant d'apprécier les incidences potentielles du projet sur le ou les site(s) Natura 2000, cette évaluation doit :

- **analyser les incidences du projet au regard des objectifs de conservation des habitats et des espèces (animales et végétales) d'intérêt communautaire, pour lesquels le ou les site(s) a (ont) été désigné(s)** ;
- **être appropriée, c'est-à-dire être ciblée sur les objectifs de conservation du site** ;
- **être appliquée au(x) site(s) Natura 2000,** c'est-à-dire à un territoire géographiquement restreint au périmètre du site désigné, mais aussi le cas échéant à l'extérieur de ce périmètre, lorsque le projet est susceptible d'avoir des incidences sur la conservation du site.

Cette évaluation se base sur un ensemble de documents et de circulaires européennes et françaises :

- articles 6.3 et 6.4 de la directive européenne modifiée 92/43/CEE dite Directive « Habitats » ;
- articles L.414-4 et R.414-19 à R.414-26 du code de l'environnement ;
- circulaire DNP/SDEN n° 2004-1 du 5 octobre 2004. Évaluation des incidences des programmes et projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements susceptibles d'affecter de façon notable les sites Natura 2000 ;
- cahiers d'habitats Natura 2000 ;
- documents d'objectifs des sites Natura 2000 si possible, ou formulaire FSD des sites ne disposant pas de document d'objectifs.

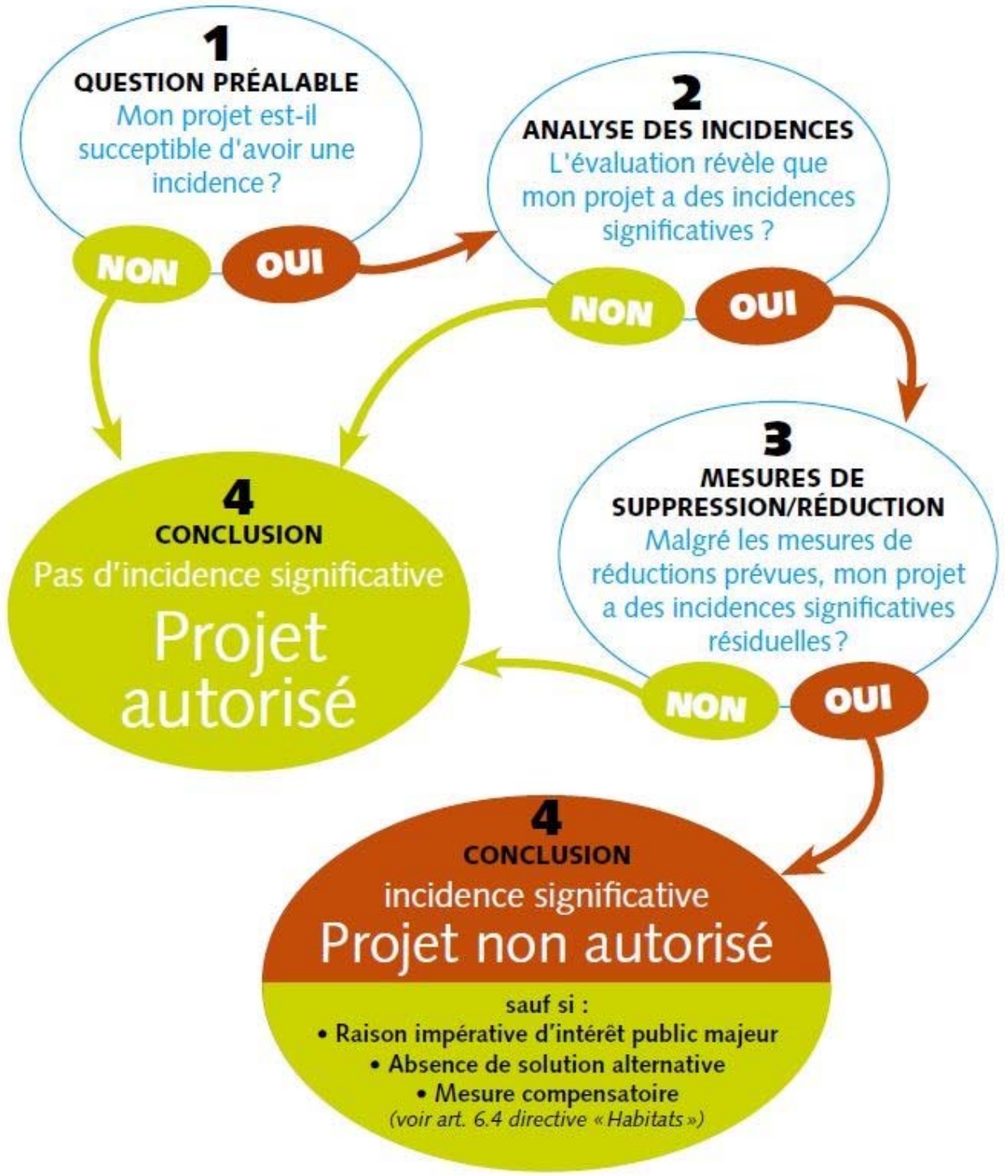
L'évaluation des incidences du projet sur le(s) site(s) Natura 2000, conformément à la réglementation (article R.414-23 du code de l'environnement), doit être construite selon le logigramme présenté en page suivante.

Le dossier doit comporter les chapitres 1 et 4. Les chapitres 2 et 3 ne sont développés que si nécessaire, en application du principe de proportionnalité.

A l'issue de l'évaluation, trois possibilités existent :

- Aucune incidence = le projet peut se réaliser ;
- Incidences non significatives = le projet peut se réaliser, mais des mesures d'accompagnement pour limiter ces incidences résiduelles peuvent être prévues ;
- Incidences significatives = le projet ne peut pas se réaliser, sauf à entrer dans le cas exceptionnel de la procédure dérogatoire de l'article 6.4 de la directive « Habitats » : le projet devra alors répondre à de strictes raisons impératives d'intérêt public majeur et être

assorti de mesures compensatoires avec information ou avis de la Commission Européenne.



Logigramme relatif à l'élaboration du dossier d'incidences Natura 2000 (DREAL PACA, 2010)

1.3. Contexte de l'évaluation Natura 2000

1.3.1. Rappel du projet

Le projet objet de la présente demande concerne la réalisation des lignes de métro 16, 17 Sud (ligne rouge) et 14 Nord (ligne bleue) du réseau de transport du Grand Paris Express.

Ce projet de métro souterrain se développe sur une longueur d'environ 29 km. Il se compose des tronçons des lignes 16 et 17 Sud comprises entre Noisy-Champs (gare non incluse) et Saint-Denis Pleyel (gare incluse), et du prolongement de la ligne 14 Nord entre Mairie de Saint-Ouen (gare non comprise) et Saint-Denis Pleyel (gare incluse).

Le lecteur est invité à se reporter au chapitre III du volet B du dossier de demande d'autorisation unique, pour la présentation détaillée des lignes 16, 17 Sud (ligne rouge) et 14 Nord (ligne bleue).

1.3.2. Le réseau Natura 2000 en Ile-de-France

L'Ile-de-France se trouve à la croisée de plusieurs influences biogéographiques. L'ouest du territoire (Vexin occidental, Rambouillet) subit une influence biogéographique atlantique, le sud de la Seine-et-Marne et de l'Essonne, une influence méridionale, et La Bassée témoigne d'une zone d'influence médio européenne en territoire francilien.

Les milieux naturels d'Ile-de-France sont rencontrés essentiellement dans les départements des Yvelines, de l'Essonne, de la Seine-et-Marne et du Val d'Oise. Paris et les trois départements de la petite couronne hébergent quelques espaces naturels. 35 sites à enjeux pour le réseau Natura 2000 ont donc été désignés pour l'Ile-de-France :

- 25 sites au titre de la directive Habitats ;
- 10 sites au titre de la directive Oiseaux, dont 1 chevauche en partie la région Picardie.

La superficie totale est de 98 427 hectares représentant environ 8% du territoire d'Ile-de-France.

Le dispositif Natura 2000 concerne près de 285 communes, soit environ 20% de l'ensemble des communes d'Ile-de-France.

2. Évaluation préliminaire

2.1. Identification des sites Natura 2000 aux abords du projet

2.1.1. Méthodologie

2.1.1.1. Généralités

La présente analyse s'appuie sur le guide édité en 2004 par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer (ex-MEDD). Elle comporte les parties suivantes :

- la présentation du projet et des sites Natura 2000 susceptibles d'être impactés : évaluation préliminaire, analyse de l'état de conservation des habitats et des espèces concernés par le projet ;
- l'évaluation des incidences au niveau du site Natura 2000 défini :
  - analyse des incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes du projet sur l'état de conservation du site Natura 2000 et ses objectifs de gestion,
  - mesures de suppression et réduction des incidences négatives, conclusion concernant l'incidence résiduelle sur l'état et les objectifs de conservation du site.

2.1.1.2. Documents utilisés

La présente étude d'évaluation d'incidences repose sur les documents de référence suivants :

- Formulaire Standard de Données (FSD) : document accompagnant la décision de transmission d'un projet de site ou l'arrêt désignant un site, élaboré pour chaque site Natura 2000 et transmis à la commission européenne par chaque État membre. Il présente les données identifiant les habitats naturels et les espèces qui justifient la désignation du site. Ces fiches sont disponibles sur le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel) ;
- Document d'Objectifs (DocOb) : document issu d'un processus de concertation, c'est à la fois un document de diagnostic et un document d'orientation pour la gestion des sites Natura 2000. Il fixe des objectifs de protection de la nature conformément à des textes dont la protection et la gestion des milieux naturels sont la fonction principale. Il peut également proposer des objectifs destinés à assurer la « sauvegarde des activités économiques, sociales et culturelles qui s'exercent sur le site » conformément à l'esprit de la Directive « Habitats » - et seulement en ce sens - qui précise que certaines activités humaines sont nécessaires à la conservation de la biodiversité. Les DocOb existants et disponibles ont été utilisés pour cette étude ;
- les résultats des prospections écologiques réalisées entre 2011 et 2014 par Biotope, au sein de l'aire d'étude du projet ;
- les résultats des prospections écologiques réalisées en 2015 et 2016 par Egis, au sein de l'aire d'étude du projet et de l'emprise travaux ;
- l'étude d'impact du projet sur l'environnement, au titre des articles L.122-1 et suivants du code de l'environnement, réalisée en 2014 et mise à jour en 2015 / 2016 ;
- l'étude hydrogéologique réalisée en 2015 et 2016 par Egis.

2.1.2. Choix des sites

Afin d'effectuer l'analyse de l'évaluation des incidences sur Natura 2000, la recherche des sites aux abords du projet s'est intéressée aux sites les plus proches, situés au maximum à une distance de 10 km du projet.

Site Natura 2000	Entité	Surface totale (ha)	Surface dans le fuseau d'étude (ha)	Distance aux éléments du projet les plus proches (distance minimale)
ZPS FR1112013 « Sites de Seine-Saint-Denis »	Promenade de la Dhuis	19,31	6,32	Gare de Clichy Montfermeil localisée sur la promenade
	Forêt régionale de Bondy	165,27	50,07	250 mètres
	Parc départemental de La Courneuve (Georges Valbon)	312,13	7,58	410 mètres
	Parc Départemental du Sausset	186,74	45,23	300 mètres
	Parc forestier de la Poudrerie et Bois de la Tussion	140,31	<50 m²	490 mètres
	Parc départemental de la Fosse Maussoin	27.03	Hors fuseau d'études	1 km
	Parc départemental de la Haute-Ile	72.83		1 km
	Bois de Bernouille	39.81		2 km
	Forêt de Chelles	22.56		2 km
	Coteaux de l'Aulnoye	21.78		3 km
	Parc départemental de l'Ile Saint-Denis	32.96		3 km
	Parc du Plateau d'Avron	65.83		4 km
	Parc départemental Jean Moulin - les Guilands	25.91		7 km
	Parc des Beaumonts à Montreuil	25.11		8 km
ZSC FR1100819 « Bois de Vaires sur Marne »	Bois de Vaires-sur-Marne	96.50		4 km
ZPS FR1112003 « Boucles de la Marne »	Boucles de la Marne	2 637.87		9 km

Distance entre les sites Natura 2000 les plus proches et le projet (Source : Egis, 2016)

Au-delà de cette distance, on peut écarter toute possibilité de relation directe ou indirecte entre l'aménagement d'une infrastructure insérée dans un cadre urbain, et des sites naturels possédant des caractéristiques physiques et biologiques fondamentalement différentes.

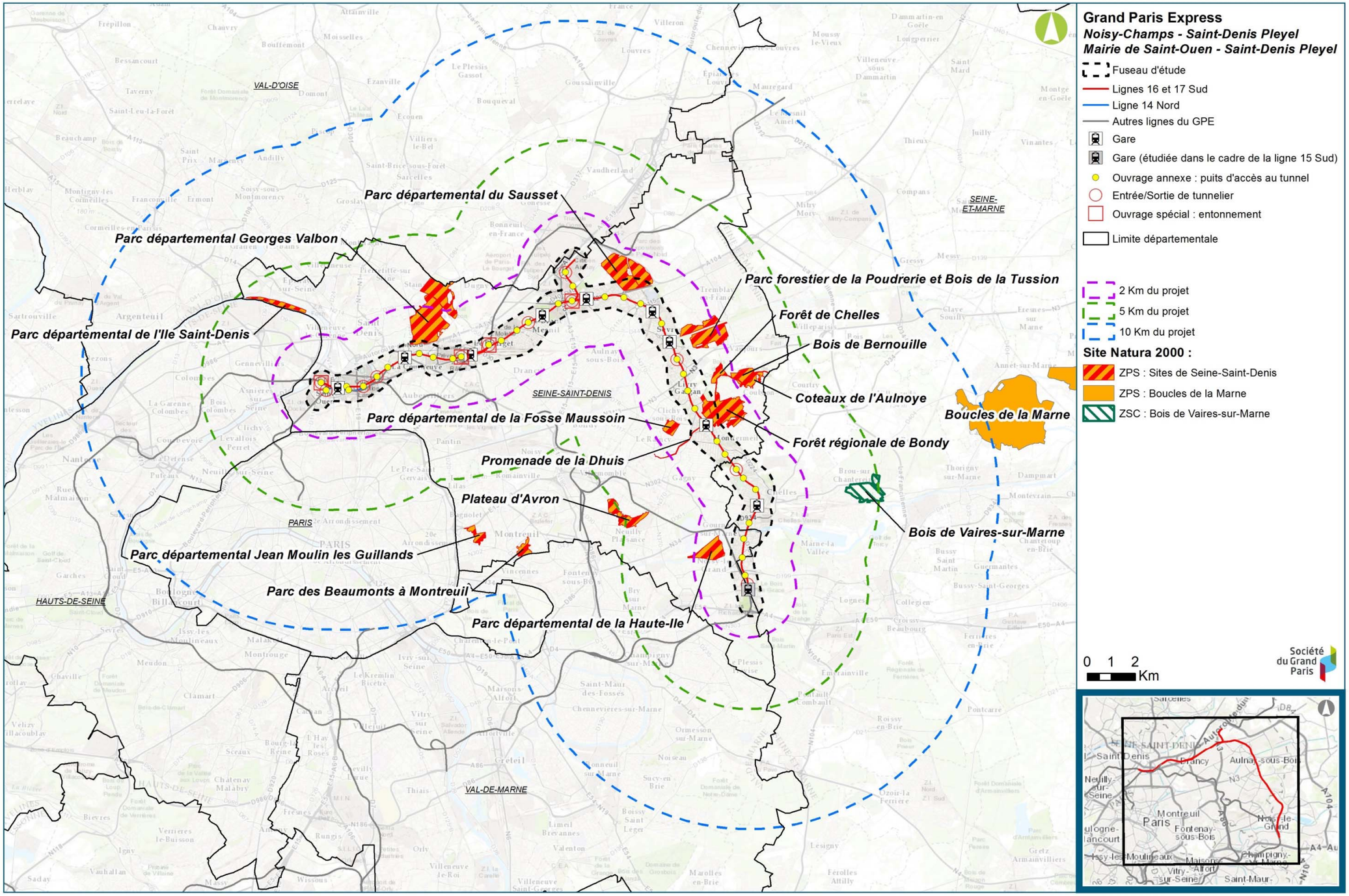
Trois sites Natura 2000 sont recensés jusqu'à 10 km du projet. Il s'agit :

- de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », dont certaines entités concernent directement le fuseau d'étude ;
- la ZSC « Bois de Vaires-sur-Marne », située à 4 km et au-delà des éléments du projet ;
- la ZPS « Boucles de la Marne » à 10 km et au-delà des éléments du projet.

La carte en page suivante présente les trois sites Natura 2000 recensés aux abords du projet et listés dans le tableau précédent.

Les sites Natura 2000 « Bois de Vaires-sur-Marne » et « Boucles de la Marne » sont localisés respectivement à 4 km et 9 km du projet. Il n'existe pas d'incidence directe des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sur ces deux sites compte-tenu de la distance qui les sépare du projet et on peut écarter aussi toute incidence indirecte sur la base des analyses réalisées dans le cadre de l'étude d'impact : les zones d'effets de rabattement de nappe liées aux pompages en fond de fouille (abaissement de la nappe < 0,10 m) sont inférieures à 3 km au droit de ces deux sites (cf. volet I - Annexe II - Etude hydrogéologique et volet E - Etude d'impact / partie E3 - Chapitre V-6).

Dans ce contexte, l'évaluation des incidences du projet au titre de Natura 2000 sera effectuée sur la seule **ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », dont les entités sont les plus proches et recoupent les zones d'effets de rabattement de nappe liées aux pompages en fond de fouille des ouvrages, ainsi que l'entité « Promenade de la Dhuis » pour les effets temporaires d'emprise en phase chantier.**



Localisation des sites Natura 2000 par rapport au projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord (Egis, 2016)

2.2. Présentation de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »

Le Document d'Objectif de ce site Natura 2000 est disponible depuis 2011 ; les données présentées dans ce chapitre sont en partie issues de ce document.

2.2.1. Description et composition du site

La ZPS est constituée de 14 entités, réparties sur le territoire du département de Seine-Saint-Denis (93), et une petite partie sur le département du Val-d'Oise (95). Cette ZPS s'étend sur 20 communes, soit la moitié des villes du département de Seine-Saint-Denis et couvre une superficie de 1 157 hectares.

Les 15 entités sont séparées de plusieurs kilomètres et insérées au sein d'une zone urbaine dense. L'intérêt de ce site Natura 2000 réside principalement dans la présence d'oiseaux d'eau en nidification. Les zones humides constituent donc un enjeu fort pour ce site.

Le site Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis présente plusieurs caractéristiques qui font de lui un site original et novateur. Il est le seul site européen intégré au sein d'une zone urbaine dense, ce qui confère un caractère presque expérimental à cette désignation et justifie une approche spécifique dans la prise en compte de ce site. De plus il possède un patrimoine ornithologique exceptionnel en milieu urbain : parmi les oiseaux fréquentant les sites, il y a dix espèces listées dans l'annexe I de la directive « Oiseaux ». Enfin, il est considéré comme un site-réseau à l'échelle départementale : il s'étend sur 15 parcs et forêts.

La ZPS « Sites de la Seine-Saint-Denis » est composée à plus de 50% de milieux forestiers (boisement de feuillus, boisement de conifères, ripisylve…). Les milieux ouverts (clairière, fourré arbustif, prairie) sont également bien représentés sur la ZPS ; ils représentent environ 20 % du site. Les pelouses et cultures constituent 14,1% du site et les milieux humides seulement 4,4%.

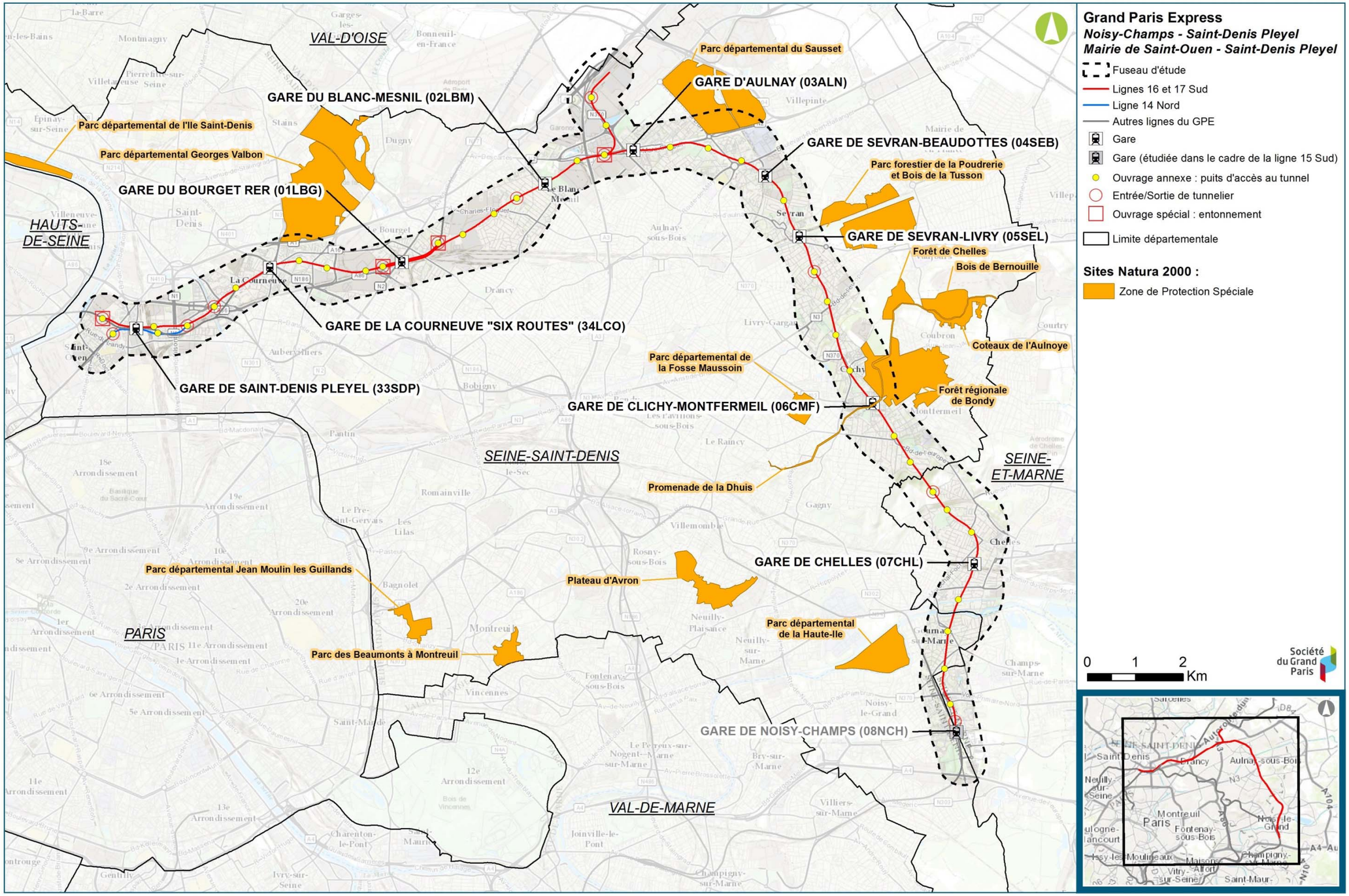
Certaines entités de cette ZPS sont en interaction potentielle avec le fuseau d'études, que ce soit directement (entité recoupée par le fuseau) ou indirectement (entité hors du fuseau mais présentant des milieux humides dépendant de la même nappe que celle recensée au droit des éléments du projet).

Entité	Surface totale (ha)	Surface dans le fuseau d'étude (ha)	Distance aux éléments du projet (distance minimale approximative)
Promenade de la Dhuis	19,31	6,32	Gare de Clichy Montfermeil localisée sur la promenade
Forêt régionale de Bondy	165,27	50,07	250 mètres
Parc départemental Georges Valbon (anciennement parc départemental de La Courneuve)	312,13	7,58	410 mètres
Parc Départemental du Sausset	186,74	45,23	300 mètres
Parc forestier de la Poudrerie et Bois de la Tussion	140,31	<50 m²	490 mètres
Parc départemental de la Fosse Maussoin	27.03	*Hors fuseau d'études*	1 km
Parc départemental de la Haute-Ile	72.83		1 km
Bois de Bernouille	39.81		2 km
Forêt de Chelles	22.56		2 km
Coteaux de l'Aulnoye	21.78		3 km
Parc départemental de l'Ile Saint-Denis	32.96		3 km
Parc du Plateau d'Avron	65.83		4 km
Parc départemental Jean Moulin - les Guilands	25.91		7 km
Parc des Beaumont à Montreuil	25.11		8 km

Entités de la Zone de Protection Spéciale FR n°1112013 "Sites de la Seine-Saint-Denis" et distance au projet

Ces entités sont présentées de façon détaillée en annexe 4.1 de ce volet. À noter que les entités directement concernées par le fuseau d'études du projet y font l'objet d'une présentation détaillée, avec les résultats d'inventaires naturalistes, réalisés en 2011 et 2013 par le bureau d'études Biotope, en vue de compléter la bibliographie.

La carte en page suivante présente les entités du site et leur position par rapport au projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.



Entités de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis » et postion par rapport au projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord (Egis, 2016)

2.2.2. Espèces ayant justifiée la désignation du site

Les **dix espèces** visées à l'annexe I de la directive européenne « Oiseaux » et listées au Formulaire Standard de Données (FSD) qui ont **permis la désignation du site** au réseau Natura 2000 sont listées dans le tableau ci-après.

Code	Nom français	Nom scientifique
A021	Blongios nain	*Ixobrychus minutus*
A022	Butor étoilé	*Botaurus stellarus*
A072	Bondrée apivore	*Pernis apivorus*
A082	Busard-Saint-Martin	*Circus cyaneus*
A084	Busard cendré	*Circus pygargus*
A222	Hibou des marais	*Asio flammeus*
A229	Martin pêcheur d'Europe	*Alcedo atthis*
A236	Pic noir	*Dryocopus martius*
A272	Gorgebleue à miroir	*Luscinia svecica*
A338	Pie-grièche écorcheur	*Lanius collurio*

Espèces inscrites au FSD du site Natura 2000 FR 1112016 (INPN, 2016)

Deux autres espèces, également inscrites à l'annexe I de la directive Oiseaux, trouvent des habitats favorables au sein de cette Zone de Protection Spéciale. Ces espèces n'avaient pas été prises en compte lors de l'élaboration du Formulaire Standard de Données (FSD) car leur statut était alors mal connu en Seine-Saint-Denis. Il s'agit du **Pic mar** – *Dendrocopus medius* (code Natura 2000 : A 238), qui est nicheur sédentaire sur plusieurs entités de la Zone de Protection Spéciale et ce depuis quelques années, et la **Sterne pierregarin** – *Sterna hirundo* (code Natura 2000 : A 103) qui est nicheuse récente au sein du parc départemental de la Haute-Ile et du parc départemental du Sausset. Le statut des espèces dans les différentes entités est explicité ci-après.

Martin Pêcheur

Pie Grièche écorcheur

Gorgebleue à miroir

Hibou des marais

Busard cendré

Busard saint martin

Planche de photographies des espèces d'intérêt communautaire présentes sur la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » (Biotope, 2014)

Certaines espèces de l'annexe 1 sont présentes très ponctuellement sur le site et ne seront donc pas concernées par le projet : Bondrée apivore, Busard cendré, Busard Saint-Martin, Gorgebleue à miroir, Hibou des marais. Elles ne sont donc pas prises en compte dans l'analyse des incidences

Les **espèces prises en compte** dans **l'analyse des incidences** sont les suivantes :

- **Blongios nain ;**
- **Butor étoilé ;**
- **Martin-pêcheur d'Europe ;**
- **Pie-grièche écorcheur ;**
- **Pic mar ;**
- **Pic noir ;**
- **Sterne pierregarin.**

L'évaluation des incidences du projet portera donc sur le **Blongios nain**, le **Butor étoilé**, la **Pie-grièche écorcheur**, le **Martin pêcheur d'Europe**, la **Sterne pierregarin**, le **Pic noir** et le **Pic mar**, et ce sur les **entités les plus proches du projet (<1 km).**

Le tableau présenté ci-dessous expose les entités recensant la présence de ces 7 espèces.

Les entités concernées par l'évaluation des incidences sont encadrées. Les autres sont plus éloignées du projet et ne font pas l'objet d'une évaluation des incidences. Ces dernières sont néanmoins notées pour exposer l'exhaustivité de l'analyse.

Statut des espèces par entité	Parc Georges Valbon	Parc du Sausset	Parc de la Poudrerie	Forêt de Bondy et promenade de la Dhuis	Parc de la Haute Ile	Fosse Maussoin	Parc de l'Ile-Saint-Denis	Parc des Beaumonts	Bois de Bernouille	Bois de Chelles	Coteaux de l'Aulnoye	Parc Jean-Moulin – Les Guilands	Parc du Plateau d'Avron
Blongios nain	Nicheur régulier	Nicheur régulier Migrateur occasionnel	-	Nicheur potentiel	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Butor étoilé	Migrateur régulier, hivernant potentiel	Migrateur occasionnel, Hivernant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Martin-pêcheur d'Europe	Migrateur et hivernant occasionnel	Migrateur occasionnel	Migrateur occasionnel	Migrateur occasionnel	Nicheur régulier	-	Nicheur occasionnel	Migrateur occasionnel et hivernant occasionnel	-	-	-	-	-
Pic noir	Territoire de chasse associé à des zones de nidification occasionnelle	Territoire de chasse associé à des zones de nidification occasionnelle	Nicheur régulier	Nicheur régulier	-	-	-	Territoire de chasse associé à une zone de nidification régulière située à l'extérieur au parc	Nicheur occasionnel	Nicheur occasionnel	Nicheur occasionnel	-	-
Pic mar	-	-	Nicheur régulier	Nicheur régulier	-	Nicheur potentiel	-	Hivernant occasionnel	Nicheur potentiel	Nicheur potentiel	Nicheur potentiel	-	-
Pie grièche écorcheur	Migrateur occasionnel (espèce anciennement nicheuse en 2001)	Migrateur occasionnel (observation en 2004) et nicheur potentiel		-	Migrateur occasionnel (espèce anciennement nicheuse)	-	-	Migrateur occasionnel	-	-	-	-	Migrateur occasionnel (espèce anciennement nicheuse
Sterne pierregarin	Territoire de chasse associé à une zone de nidification potentielle	Territoire de chasse associé à une zone de nidification	-	-	Nicheur certain récent, Territoire de chasse associé à des zones de nidification proches	-	Territoire de chasse associé à des zones de nidification potentielle	-	-	-	-	Migrateur potentiel	-

Entités de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis » accueillant les sept espèces d'oiseaux prises en compte

2.2.3. Habitats utilisés par les espèces ayant justifiée la désignation

2.2.3.1. Promenade de la Dhuis

La partie de la promenade de la Dhuis concernée par le fuseau d'étude est la **zone forestière** au sein de la forêt de Bondy et la **zone urbaine** au droit de la traversée du fuseau d'étude. Les deux espèces suivantes utilisent donc ces habitats :

- **Pic noir** : nicheur régulier ;
- **Pic mar** : nicheur régulier également.

À noter que le fuseau d'étude recoupe la partie forestière, mais celle-ci n'est pas directement concernée par le projet et ses emprises. Seule la promenade en zone urbaine est située à proximité immédiate du projet, et les deux espèces citées n'utilisent pas cet habitat comme zone de reproduction, de repos ou d'alimentation.

2.2.3.2. Forêt Régionale de Bondy

Le parc est constitué majoritairement de boisements, cependant il est à noter la **présence de nombreux étangs** au sein des zones forestières (Étang Virginie, Étang Isabelle, Étang Laurence, Étang Dominique, Étang Beauclair, …). Les plans d'eaux sont principalement localisés en chapelet dans le thalweg principal de la forêt en une succession de petites retenues en série. L'Étang Beauclair est isolé des autres plans d'eau et se trouve sur le plateau en limite de la forêt. Ces **étangs** ont une **origine artificielle** et ont été construits en trois étapes :

- les étangs Dominique et Laurence (0,2 ha chacun) et Isabelle (0,5 ha) sont les plus anciens et ont été construits au 16ème siècle ;
- le Canal (0,4 ha) a été construit au 18ème siècle ;
- l'Étang Virginie (2,6 ha) est le plus récent.

Ces **étangs** se situent hors fuseau d'étude et ils sont **alimentés par les eaux superficielles** provenant, soit du ruissellement naturel, soit de la collecte des eaux pluviales. En plus de la collecte des eaux pluviales de la zone urbaine voisine, les étangs sont alimentés en eau par les eaux qui circulent dans la fine couche sableuse du sommet de la butte et par les eaux du bassin versant forestier. **L'alimentation en eau est donc essentiellement d'origine superficielle. Les eaux souterraines contribuent de façon marginale à l'alimentation en eau des étangs**.

Aussi, chaque plan d'eau est équipé d'un **système manuel de gestion du niveau d'eau**. Ces systèmes de gestion ne sont pas inertes. Ils sont manœuvrés pour limiter les variations du niveau de chaque plan d'eau. Les objectifs de gestion sont fixés pour maintenir des niveaux d'eau compatibles avec l'intérêt écologique.

Ces milieux humides permettent à de nombreux oiseaux peu communs en Île-de-France de trouver une zone favorable pour accomplir une partie de leur cycle de vie, notamment le Héron cendré, le Martin-pêcheur, le Blongios nain, toute sorte de limicoles, des Cormorans, etc. Étant située au sommet d'une butte, cette forêt ne présente **pas de réseau hydrographique amont**. Elle est **très fréquentée** par les promeneurs, ce qui peut réduire les capacités d'accueil des espèces sur certains secteurs de randonnée.

Les espèces prises en compte dans l'analyse et ayant permis le classement de ce site en ZPS et utilisant les **boisements** et **étangs,** sont les suivantes :

- **Blongios nain** : nicheur potentiel ;
- **Martin-pêcheur d'Europe** : migrateur occasionnel ;
- **Pic noir** : nicheur régulier ;
- **Pic mar** : nicheur régulier également.

2.2.3.3. Parc départemental Georges Valbon

Ce parc possède une richesse biologique importante au regard de sa localisation, du fait de la diversité des milieux qui y ont été créés. Le bassin versant délimité à partir du réseau hydrographique est vaste et fortement imperméabilisé. Paradoxalement, alors que le parc abrite des milieux aquatiques de qualité, ces eaux superficielles ne font que traverser le parc dans des collecteurs. Elles **n'interviennent pas dans l'alimentation en eau des plans d'eau**.

Le parc dispose d'un **réseau de plans d'eau** réparti de part et d'autre de la voie ferrée qui coupe le parc en deux. Ces plans d'eau sont majoritairement **d'origine artificielle** et leur fond a été rendu **étanche** avant remplissage. Ils ne sont alimentés en eau que par les eaux de pluie et par des forages.

En revanche, les **étangs des Brouillards et du Vallon** sont indépendants et ne sont pas raccordés aux autres cités ci-dessus. Leur eau provient **d'une part de la nappe des alluvions, et d'autre part des apports pluviométriques**. Le sens d'écoulement général de la nappe souterraine est axé sud-est / nord-ouest. Cependant, il est possible que localement la nappe soit captive, ce qui pourrait modifier le sens de l'écoulement au droit des étangs.

Ces deux étangs (des Brouillards et du Vallon) sont ainsi **en partie en relation avec la nappe superficielle, mais la part de l'apport des eaux de la nappe dans l'alimentation de ces étangs n'est pas quantifiée**.

En revanche, la relation entre le niveau piézométrique de l'étang et la pluviométrie est nette. Le niveau d'eau varie sensiblement avec la météorologie, ce qui confirme l'alimentation en partie par la pluviométrie.

Par ailleurs, il est à noter l'évolution naturelle du niveau d'eau dans ces étangs. Dans l'étang des Brouillards, on observe un phénomène naturel de marnage (le niveau d'eau varie en fonction des saisons). Ainsi, durant les mois les plus chauds, apparaissent des vasières au sein de cet étang, voire des assecs périodiques. Ce même phénomène existe dans l'étang du Vallon, qui a été recreusé pour éviter son assèchement systématique en été.

La gestion des niveaux d'eau des plans d'eau du parc est ainsi divisée en deux parties :

- **Les Étang des Brouillards et du Vallon sont alimentés en partie par la nappe superficielle et en partie par les apports pluviométriques**. Ils n'ont pas d'exutoire superficiel et il n'existe pas d'ouvrage de régulation du niveau du plan d'eau. Il n'existe pas non plus de liaison avec les autres plans d'eau du site.
- **Les autres plans d'eau sont étanches** et sont alimentés par les eaux de pluies et par forages.

Les espèces utilisant les habitats naturels du Parc départemental Georges Valbon, prises en compte dans l'analyse et ayant permis le classement de ce site en ZPS sont :

- **Blongios nain** : nicheur régulier ;
- **Butor étoilé** : migrateur régulier, hivernant potentiel ;
- **Martin-pêcheur d'Europe** : migrateur et hivernant occasionnel ;
- **Pic noir** : territoire de chasse associé à des zones de nidification occasionnelle ;
- **Pie-grièche écorcheur** : migrateur occasionnel (espèce anciennement nicheuse en 2001) ;
- **Sterne pierregarin** : territoire de chasse associé à une zone de nidification potentielle.

2.2.3.4. Parc départemental du Sausset

L'accès au parc est facilité par la présence de l'arrêt « gare de Villepinte » sur la ligne B3 du RER, au sein du parc. L'estimation annuelle de la fréquentation du parc est de 912 000 visiteurs. La pression de fréquentation s'établit à 14 visiteurs par hectare et par jour.

Le parc est structuré autour de quatre ambiances paysagères : au nord du parc une forêt de 70 hectares, au nord-est « le Puits d'Enfer » dont 20 ha sont aménagés en boisements et clairières, au sud-est le secteur du « Bocage » s'étend sur 43 ha avec champs et haies bocagères, et au sud-ouest la zone des « Prés Carrés » de 52 ha comprend l'étang de Savigny et le marais. Le marais est fermé au public afin de préserver cette zone écologique riche et complexe.

Edifié en dérivation du ruisseau du Sausset, l'**Étang de Savigny** est équipé de deux seuils à l'amont et à l'aval. Il est alimenté pour partie par **les eaux de la nappe des alluvions** liée au ruisseau du Sausset, et pour partie **par les eaux superficielles** à partir d'une surverse depuis le ruisseau du Sausset qui fonctionne une dizaine de fois dans l'année ; il reçoit aussi les eaux pluviales du parc. Il présente un niveau relativement stable tout au long de l'année avec une hauteur moyenne d'eau d'environ 1,50 m.

Le **Marais**, principale autre zone humide, présente un plan d'eau lui aussi **alimenté par la nappe**. Topographiquement plus haut que l'étang de Savigny, il présente de ce fait une profondeur plus faible (0,80 m à 1 m) et une variation du niveau de l'eau plus forte que l'étang de Savigny. Afin d'assurer un niveau d'eau compatible avec les objectifs de gestion des espèces, le Marais fait l'objet d'un soutien de niveau principalement en été, par de l'eau pompée dans l'Étang de Savigny, de façon automatique dès que le niveau s'abaisse au-dessous d'une certaine cote. Une pompe alimentée par de l'électricité d'origine solaire permet un pompage à faible débit dans la nappe pour un apport d'eau de meilleure qualité et une meilleure oxygénation du Marais.

Un autre plan d'eau a été aménagé plus récemment sur le ru du Roideau. Alimenté par le ru du Sausset uniquement, il s'agit d'une zone humide avec deux mares résiduelles en période de sécheresse. Il est naturellement étanche du fait d'un fond argileux et possède une gestion indépendante de celle de l'étang de Savigny.

Les autres plans d'eau du parc du Sausset sont des mares étanches (sur bâches ou terrain argileux) de petite taille, créées récemment et alimentées en fonction des besoins par le personnel du Parc.

Les espèces utilisant les habitats naturels du parc du Sausset, prises en compte dans l'analyse et ayant permis le classement de ce site en ZPS sont :

- **Blongios nain** : nicheur régulier et migrateur occasionnel ;
- **Butor étoilé** : migrateur régulier, hivernant potentiel ;
- **Martin-pêcheur d'Europe** : migrateur occasionnel ;
- **Pic noir** : territoire de chasse associé à des zones de nidification occasionnelle ;
- **Pie-grièche écorcheur** : migrateur occasionnel (observation en 2004) et nicheur potentiel ;
- **Sterne pierregarin** : territoire de chasse et nicheuse depuis 2 à 3 ans.

2.2.3.5. Parc de la Poudrerie et Bois de la Tussion

Le parc est composé d'espaces boisés et d'espaces ouverts, occupés par des prairies ou des pelouses, des mares et des plans d'eau. Les boisements sont matures et composés à 60 % de chênes. Ces facteurs permettent ainsi, dans certains secteurs du parc uniquement, la nidification des Pics. Le Canal de l'Ourcq, étanche, est le seul élément du réseau hydrographique local et traverse le parc dans une tranchée. Les plans d'eau du parc sont des mares d'origine artificielle et ont été creusées dans le terrain en place. Elles ont été étanchéifiées et présentent de nombreuses caractéristiques communes :

- les berges sont, sauf exception, peu propices au développement d'une végétation hélophyte car elles sont en pente forte : la partie en eau en permanence se trouve dans le niveau de marne argileuse existant dans le parc ;
- leur taille est souvent insuffisante pour un éclairage naturel suffisant : une grande partie de leur surface est ombragée par les arbres du boisement ;
- la circulation de l'eau y est en général peu importante : il faut vraisemblablement une pluviométrie significative pour qu'un flux d'eau les traverse.

L'alimentation en eau par les eaux superficielles est prépondérante.

Le parc dispose d'une bonne desserte en transports en commun grâce aux deux gares du RER B (« Sevran-Livry » et « Vert-Galant ») et à une dizaine de lignes de bus. Les accès au parc sont nombreux et répartis sur l'ensemble de son périmètre, à l'exception de deux secteurs : le Bois de la Tussion au nord-est fermé pour cause de risque naturel d'effondrement de gypse et une zone « nature » au sud-est pour la tranquillité et la préservation de certaines espèces. Une étude de fréquentation réalisée pour le compte de l'Agence des Espaces Verts a été réalisée sur le parc de la Poudrerie ; elle met en avant une fréquentation de un million de visiteurs par an. Le parc est fréquenté en majorité par des usagers provenant d'un rayon de 5 km, et venant à pied.

Les espèces utilisant les habitats naturels du parc de la Poudrerie, prises en compte dans l'analyse et ayant permis le classement de ce site en ZPS sont :

- **Martin-pêcheur d'Europe** : migrateur occasionnel ;
- **Pic noir** : nicheur régulier ;
- **Pic mar** : nicheur régulier également.

Parc départemental de la Haute-Ile

Le Parc départemental de la Haute-Ile est situé dans une boucle de la Marne. Il n'y a pas de réseau hydrographique superficiel en dehors de la Marne et du canal.

Les trois plans d'eau du Parc n'ont pas d'exutoire avec les eaux superficielles. Le niveau d'eau dans chacun d'eux dépend donc directement du niveau piézométrique de la nappe des alluvions. En revanche, ils sont directement interconnectés entre eux, la connexion se faisant par l'intermédiaire d'ouvrages hydrauliques fixes. Les trois plans d'eau sont situés en série, c'est-à-dire qu'ils se déversent les uns dans les autres et qu'il existe un plan d'eau amont et un plan d'eau aval, le troisième servant d'intermédiaire. Il n'y a pas de gestion humaine significative des niveaux d'eau sur le parc car la piézométrie de la nappe en est le déterminant essentiel.

Les espèces utilisant les habitats du parc départemental de la Haute-Ile, prises en compte dans l'analyse et ayant permis le classement de ce site en ZPS sont :

- **Martin-pêcheur d'Europe** : nicheur régulier ;
- **Pie-grièche écorcheur** : migrateur occasionnel (espèce anciennement nicheuse) ;
- **Sterne pierregarin** : nicheur certain récent, territoire de chasse associé à des zones de nidification proches.

2.2.3.6. Autres entités

Les entités suivantes sont éloignées du projet et situées en dehors du fuseau d'étude. Elles sont listées ici mais ne font pas l'objet d'une évaluation d'incidence, au vu de leur éloignement et de l'absence de connexion fonctionnelle avec les sites décrits ci-avant :

- Parc départemental de la Fosse-Maussoin ;
- Bois de Bernouille ;
- Forêt de Chelles ;
- Coteaux de l'Aulnoye ;
- Parc départemental de l'Ile-Saint-Denis ;
- Parc départemental Jean Moulin les Guilands ;
- Parc des Beaumonts à Montreuil ;
- Parc du Plateau d'Avron.

2.2.4. Synthèse des données des espèces concernées par l'évaluation et analyse de l'état de conservation du site

Les tableaux présentés en pages suivantes exposent une synthèse des données sur les espèces ayant justifiée la désignation de la ZPS, au sein des entités étudiées et concernées par l'évaluation des incidences.

<table>
<tr><th>Espèce</th><th>Code</th><th>Statut sur les entités étudiées</th><th>Précisions sur le statut de l'espèce</th></tr>
<tr><td>Blongios nain

Ixobrychus minutus</td><td>A022</td><td>Nicheur régulier sur le Parc Georges Valbon, et le parc du Sausset</td><td>
Le Blongios nain est nicheur certain au parc Georges Valbon depuis 1987 et sur le Parc du Sausset depuis 2012. Depuis 1995, les effectifs nicheurs y font l'objet d'un suivi scientifique par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO).

<u>Zones de nidification</u> :_En période de nidification, le Blongios nain est présent sur les parcs Georges Valbon et du Sausset. Ces deux secteurs sont favorables pour l'espèce. En effet, des zones de roselières sont localisées sur chacun de ces parcs.

<u>État de la population :</u>

Parc Georges Valbon
<table>
<tr><th>Année</th><th>2000</th><th>2001</th><th>2002</th><th>2003</th><th>2004</th><th>2005</th><th>2006</th><th>2007</th><th>2008</th><th>2009</th><th>2010</th><th>2011</th><th>2012</th></tr>
<tr><td>Nb couples</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>2 à 3</td></tr>
<tr><td>Nb jeunes</td><td>5</td><td>2</td><td>4</td><td>2</td><td>6</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>6</td><td>4</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Zones concernées</td><td>LSN, VE</td><td>EB</td><td>EB, VE</td><td>LSN, EB</td><td>LSN, EB</td><td>EB</td><td>EB, LSN</td><td>EB</td><td>VE, EB</td><td>VE, EB</td><td>EB</td><td>EB, VE</td><td>EB</td></tr>
</table>
LSN : lac supérieur nord (lac aux oiseaux), EB : étang des brouillards, VE : étang du vallon écologique. Des individus peuvent être observés sur les autres zones humides ou en vol sur le site. Source : CG93 / ODBU

La reproduction est avérée chaque année. Le nombre de jeunes observés depuis 2000 varie de 2 à 6 selon l'année concernée. En 2010, 3 couples nicheurs ont été observés sur l'étang des Brouillards et le vallon écologique. En 2011, au moins 3 individus (2 mâles et 1 femelle) ont été observés au niveau de l'étang des Brouillards.

Parc du Sausset

Le Blongios nain est nicheur sur le parc du Sausset, 3 mâles et une femelle ont été observés dans la zone du Marais (Source : CD93) en début de saison 2011, puis un mâle et une femelle en 2012 (Source : Biotope). 3 jeunes sont nés fin juillet 2012 dans le secteur du marais. Le Blongios nain a de nouveau niché dans le marais en 2013 et 5 jeunes ont été recensés (Source : CG93).

<u>Habitat de l'espèce / milieux fréquentés</u> : les étangs fréquentés par le Blongios nain sont naturels ou artificiels, et offrent des conditions favorables à cette espèce : présence de formations hélophytiques plus ou moins continue le long des berges, sur des surfaces de quelques m² à quelques dizaines de m², colonisation des berges et des formations hélophytiques par des ligneux (saules), zones d'eau libre de quelques hectares. Par ailleurs, les exigences écologiques de l'espèce font que ces étangs disposent de ressources alimentaires suffisantes en quantité et en qualité.
</td></tr>
</table>

Espèce	Code	Statut sur les entités étudiées	Précisions sur le statut de l'espèce
Martin pêcheur d'Europe ***Alcedo atthis***	A229	Nicheur régulier sur le Parc départemental de la Haute Ile	**Zones de nidification :** berges de la Marne en amont, canal de Chelles, plans d'eau du parc. **État de la population :** Un couple nicheur chaque année depuis 2001 sur les berges de la Marne. Lors des inventaires réalisés en 2011 par BIOTOPE, aucun individu n'a été vu ou entendu sur l'aire d'étude. **Habitat de l'espèce / milieux fréquentés :** le couple fréquente la Marne et ses berges ainsi que le canal de Chelles. Les berges en rive droite de la Marne sont naturelles et leur profil évolue au gré des crues. Cette dynamique de la rivière peut favoriser le maintien de zones de sol dénudé recherchées pour le creusement du terrier. Les nombreux arbres de la ripisylve offrent des branches qui constituent autant de postes d'affût pour la chasse. Suite à l'expertise de terrain, la rive droite de la Marne, sur ses parties les plus naturelles, semble être la zone la plus favorable pour la nidification du Martin-pêcheur d'Europe.
Pic Mar ***Dendrocopos medius***	A238	Nicheur régulier sur le Parc forestier de la Poudrerie et dans la forêt de Bondy	**Zones de nidification :** Parc de la Poudrerie : Un couple a déjà été observé en nidification dans de vieux platanes, au sud-est du parc en 2008. Il est possible que l'espèce utilise d'autres secteurs pour sa reproduction. En 2011, le CORIF signale la présence d'une loge de Pic mar à l'est du Pavillon Maurouard. Forêt de Bondy : Des loges sont localisées à l'est de la forêt, dans des futaies régulières. A noter que les parcelles n°23 et 31 sont fermées au public. Certaines loges ont été attribuées avec certitude au Pic noir. Toutefois, d'autres correspondent sans doute au Pic mar. **État de la population :** Parc de la Poudrerie : L'espèce ne semble pas nicher chaque année dans le parc de la Poudrerie. La présence du Pic mar est signalée en 2004 mais il n'est pas considéré comme nicheur. Une estimation de 3 à 4 couples a été établie pour l'année 2007 sur ce parc. L'espèce est nicheuse en 2009 et a été observée en 2010, sans toutefois de preuve de nidification. Lors des inventaires réalisés en 2011 par BIOTOPE, un couple et un mâle ont été observés. La population sur le parc est estimée, par BIOTOPE et le CORIF, à 1 à 2 couples pour l'année 2011 et 2012. Forêt de Bondy : Un couple nicheur en 2005 dans la forêt de Bondy et présence régulière d'un ou plusieurs couples. Lors des inventaires réalisés en 2011 par BIOTOPE, aucun individu n'a été vu ou entendu sur l'aire d'étude. Le CORIF confirme cette donnée. **Habitat de l'espèce / milieux fréquentés :** Boisement de feuillus avec des arbres de diamètre important (supérieur à 40 cm) et des bois morts. La présence de chênes, et surtout la présence de vieux arbres est essentielle au Pic mar. Le peuplement du parc Forestier de la Poudrerie de Sevran est composé à 60% de cette essence avec de nombreux sujets de diamètre supérieur à 50 cm. Toutefois, l'arbre ayant accueilli le couple nicheur en 2005 est un platane, localisé en bordure d'une route, de diamètre important (supérieur à 50 cm). La Forêt régionale de Bondy est composée à 64% de Chênes pédonculés et sessiles, qui sont deux essences importantes car particulièrement recherchées par le Pic mar pour creuser sa loge de reproduction. La Forêt régionale de Bondy offre également d'autres caractéristiques favorables à la présence du Pic mar : présence de bois morts, composition et structure variable du peuplement forestier.

Espèce	Code	Statut sur les entités étudiées	Précisions sur le statut de l'espèce
Pic noir ***Dryocopus martius***	A236	Nicheur régulier sur le Parc forestier de la Poudrerie et dans la forêt régional de Bondy	**Zones de nidification :** Parc de la Poudrerie : L'espèce a niché dans différentes cavités, notamment au sud-ouest du parc (2002, 2010 et 2012), à proximité du Pavillon Maurouard (2007). Lors des inventaires réalisés en 2011 par BIOTOPE, une loge en cours de creusement a été observée à proximité du Pavillon Maurouard. Forêt de Bondy : Des loges sont localisées au nord-est de la forêt dans des futaies régulières de chênes (parcelles n°23, 31, 24, 29, 25, 26, 12, 13, 14), à noter que les parcelles n°23 et 31 sont fermées au public. Certaines loges ont été attribuées avec certitude au Pic noir. Toutefois, d'autres correspondent sans doute au Pic mar. La nidification est localisée et relativement régulière dans les vieilles futaies de chênes au nord-est du chapelet d'étangs, autour du carrefour des 6 routes. Lors des inventaires réalisés en 2011 par BIOTOPE, aucun indice de nidification de l'espèce n'a été observé sur le secteur. **État de la population :** **Parc de la Poudrerie** : Un couple nicheur certain en 2002, 2007, 2010 et 2012. Lors des inventaires réalisés en 2011 par BIOTOPE, un individu a été entendu au sud-ouest du parc. D'après le CORIF, un couple niche avec certitude sur le parc à proximité du Pavillon Maurouard. La reproduction est avérée, des jeunes ont été observés. **Forêt de Bondy :** Un couple nicheur recensé en 2005 et présence régulière d'un ou plusieurs couples. Observation à l'été 2008 de 2 jeunes pics noirs sur les parcelles 46, 47 et 48 (Biotope, 2008). Lors des inventaires réalisés en 2011 par BIOTOPE, aucun individu n'a été vu ou entendu sur l'aire d'étude. Le CORIF confirme la présence du Pic noir sur le parc cette année. Des pics ont été observés sur 4 secteurs différents de la forêt de Bondy. **Habitat de l'espèce / milieux fréquentés :** Le parc Forestier de la Poudrerie de Sevran présente des caractéristiques favorables à la présence du Pic noir et à sa reproduction : gros bois âgés (chênes surtout), présence d'arbres morts. La Forêt régionale de Bondy est composée à 64% de Chênes pédonculés et sessiles. Plusieurs loges recensées se trouvent dans ces essences qui sont favorables à la nidification du Pic noir étant donné leur âge et leur structure (le tronc ne doit porter aucune branche sur les 5 à 20 premiers mètres et ne doit être escaladé par aucune plante grimpante). La Forêt régionale de Bondy offre également d'autres caractéristiques favorables à la présence du Pic noir : présence de bois morts, composition et structure variable du peuplement forestier.
Sterne Pierregarin ***Sterna hirundo***	A 103	Nicheur sur le Parc départemental de la Haute Ile et le Parc du Sausset	**Zones de nidification** : Ilot terreux et caillouteux créé par des travaux de curage d'un chenal en 2009, à proximité des berges de la Marne. Un radeau à sterne est également présent sur le site. Nidification depuis deux ans sur un radeau sur le Marais au Parc du Sausset. **État de la population** : Un couple nicheur et quelques individus de passage. Un jeune à l'envol en 2010. Au moment de la rédaction de ce document en 2011, les sternes n'étaient pas nicheuses sur le site. Lors des inventaires réalisés en 2011 par BIOTOPE, aucun individu n'a été vu ou entendu sur l'aire d'étude. **Habitat de l'espèce / milieux fréquentés** : Les plans d'eau et la Marne à proximité.

Synthèse des données concernant les espèces d'intérêt européen sur la ZPS « Sites de Seine Saint Denis » - Espèces nicheuses (Biotope, 2014)

<table>
<tr><th>Espèce</th><th>Code</th><th>Statut sur les entités étudiées</th><th>Précisions sur le statut de l'espèce</th></tr>
<tr><td>Butor étoilé

Botaurus stellaris</td><td>A021</td><td>Migrateur

Espèce d'observation régulière sur le Parc Georges Valbon, en effectif très faible (maximum 2 individus)

Hivernant potentiel (parc Georges Valbon et parc du Sausset)</td><td><u>Zone de présence (parc Georges Valbon)</u> : étang des Brouillards, Grand Lac, étang du Vallon écologique, Grande prairie.

<u>État de la population</u> : un à plusieurs individus sont observés en migration presque chaque année depuis 2001. Leur nombre semble variable selon les années et est relativement difficile à estimer. Le nombre d'individus ayant déjà hiverné par le passé est faible.

<u>Habitat de l'espèce / milieux fréquentés</u> : Formations hélophytiques et eau libre des étangs et lacs.

<table>
<tr><th>Année</th><th>2001</th><th>2002</th><th>2003</th><th>2004</th></tr>
<tr><td>Étang des Brouillards</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Lacs supérieurs</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Grand Lac</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>1 (+ 1 non localisé sur le Parc Georges Valbon)</td></tr>
<tr><td>Étang des Brouillards</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Vallon écologique</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Bassin des Brouillards</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Pie Grièche écorcheur

Lanius collurio</td><td>A338</td><td>Migrateur occasionnel</td><td><u>Zone de présence</u> : friche centrale du Parc départemental de la Haute-Ile et dans le parc Georges Valbon au niveau du Vallon écologique et de la zone d'extension au nord-ouest du parc.

<u>État de la population :</u> la Pie-grièche écorcheur est mentionnée sur le parc de la Haute Ile en 2000. Un couple est signalé en 2001. En juin 2004 une femelle a été observée. En mai 2005, un mâle a été observé à l'ouest de la friche centrale

Sur le parc Georges Valbon, plusieurs individus de passage en 1998, un couple en 2001, un individu recensé fin août 2005.

<u>Habitat de l'espèce / milieux fréquentés :</u> Sur le parc départemental de la Haute Ile, les ouvertures réalisées en 2004 dans les milieux buissonnants et herbacés denses se sont avérées favorables à plusieurs espèces, dont la Pie-grièche écorcheur. La femelle observée cette même année, l'a été en limite entre des zones de friche ancienne et des secteurs restaurés.

Au niveau du parc Georges Valbon, les milieux ouverts et arbustifs du parc sont favorables à la Pie-grièche écorcheur : petits bosquets et fourrés arbustifs, lisières boisées, prairies. Elle est généralement observée à l'affût sur des arbustes ou arbres de taille faible à moyenne.

<table>
<tr><th>Année</th><th>2001</th><th>2002</th><th>2003</th><th>2004</th></tr>
<tr><td>Lacs supérieurs</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Zone d'extension, Grand Lac</td><td>10</td><td>0</td><td>18</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Étang des Brouillards</td><td>4</td><td>0</td><td>3</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Vallon écologique</td><td>20</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Bassin des Brouillards</td><td>5</td><td>0</td><td>15</td><td>0</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Synthèse des données concernant les espèces d'intérêt européen sur la ZPS de Seine Saint Denis - Espèces en halte migratoire (Biotope, 2014)

2.3. Synthèse et portée de l'évaluation des incidences

Au vu des habitats utilisés par les espèces ayant justifié la désignation de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », leurs localisations par rapport au projet et leurs liens envers celui-ci, **l'évaluation des incidences porte sur** :

- les espèces suivantes : **Blongios nain**, **Butor étoilé**, **Martin-pêcheur d'Europe**, **Pic mar**, **Pic noir**, **Pie-grièche écorcheur**, **Sterne pierregarin** ;
- leurs habitats suivants :
  - la **zone forestière** de la promenade de la **Dhuis** ;
  - les **boisements** et les **étangs** de la **forêt de Bondy** ;
  - les **étangs** du **parc Georges Valbon** ;
  - les **boisements, l'étang de Savigny** et le **Marais** du **parc du Sausset** ;
  - les **boisements** et **plans d'eau** du **parc forestier de la Poudrerie** ;
  - les **trois plans d'eau** du **parc de la Haute-Ile**.

3. Évaluation des incidences du projet sur le site Natura 2000 et mise en œuvre de mesures adaptées

3.1. Évaluation des incidences sur les habitats et espèces ayant justifié la désignation de la ZPS

3.1.1. Présentation du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord

Le projet des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) est présenté dans le volet B chapitre III - Présentation du projet, du présent dossier de demande d'autorisation unique.

3.1.2. Évaluation des incidences directes

3.1.2.1. En phase exploitation

Le projet ne prévoit pas d'implantation d'ouvrage ou de gare directement au sein des périmètres des entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ».

En effet, très tôt dans la conception du projet, une évaluation stratégique environnementale a été menée (2009-2010), soulignant que l'évitement des entités du site Natura 2000 permettait d'annihiler la quasi-totalité des incidences. Cette recommandation a été suivie lors de la définition du projet et les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » ont été évitées par le tracé retenu au cours des études préliminaires, puis déclaré d'utilité publique fin 2015 suite à l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique réalisée en 2014.

En outre, l'analyse menée dans les études antérieures, en lien avec la conception du projet, a permis d'écarter les variantes de projet potentiellement impactantes, notamment :

- La réalisation d'une section en tranchée couverte dans le secteur de la RN2 à Aulnay, qui nécessitait un rabattement de nappe conséquent (10 à 15 m, sans paroi moulée) et qui aurait eu des incidences fortes sur les milieux humides du Parc départemental du Sausset ;

- Les scénarios, dont le tracé passait à proximité immédiate du parc du Sausset, ont conclu à une incidence potentielle due à la proximité des ouvrages attenants aux différentes variantes, avec la limite du parc et les zones sensibles. Il existait par exemple une variante qui longeait la limite sud du parc du Sausset et prévoyait l'implantation d'un ouvrage annexe au niveau du rond-point du carrefour Jean Monnet. Compte tenu de cette proximité, tout rabattement de nappe aurait eu une incidence directe sur le niveau de la nappe au droit de l'étang et du marais. Cette incidence aurait été nettement plus forte sur le Marais du fait de sa faible profondeur ;

- Les scénarios prévoyant des travaux en tranchée couverte au sein de la forêt de Bondy et qui impliquaient donc un défrichement.

En phase d'exploitation, **l'émergence de la gare Clichy-Montfermeil** sera située **en bordure de la promenade** de la Dhuis, dont l'intégrité sera préservée. À ce titre, le projet ne présente **pas d'incidence directe** sur la promenade à terme, et notamment sur les habitats des espèces ayant justifié la désignation du site Natura 2000.

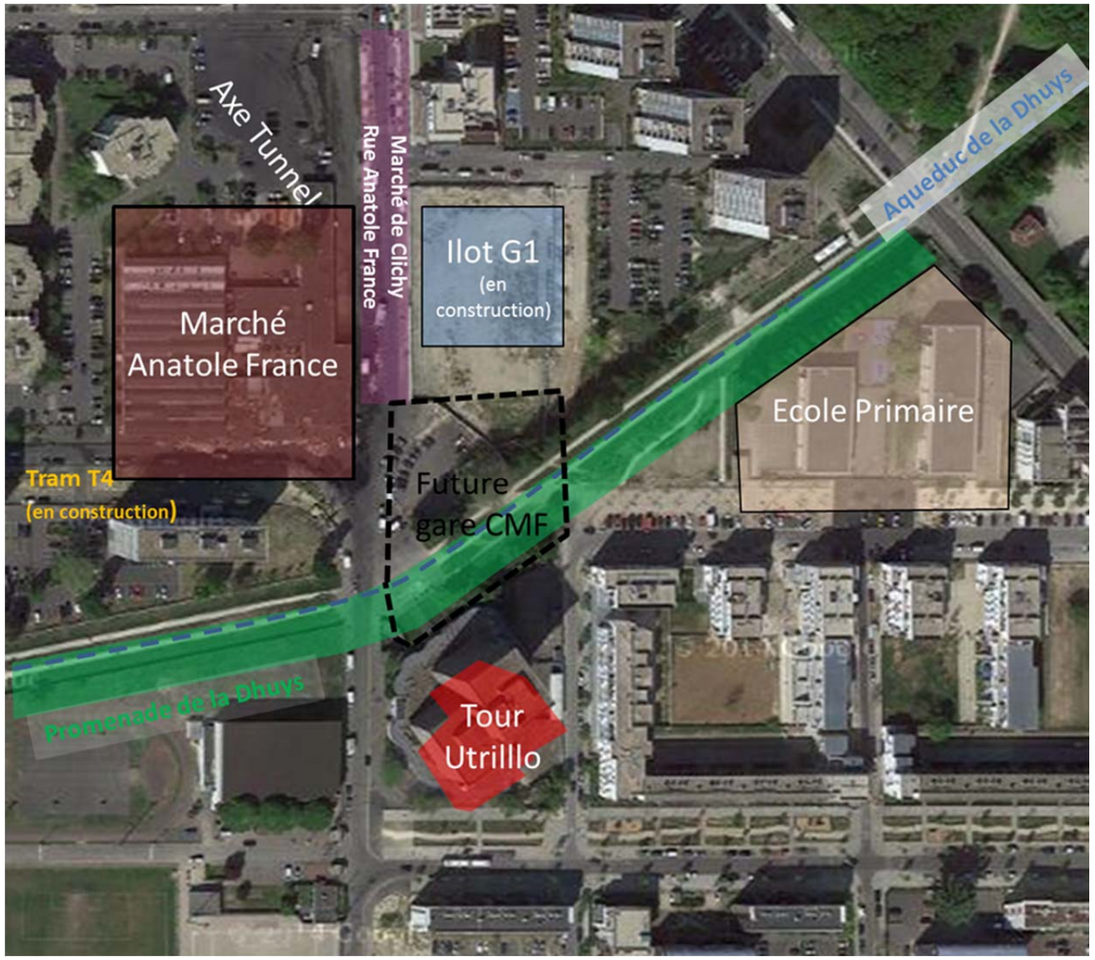
En phase exploitation, il n'y aura donc pas d'incidence directe d'emprise sur les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ».

3.1.2.2. En phase travaux

Ces incidences ne concernent que l'entité « Promenade de la Dhuis ». En effet, en phase travaux, une emprise temporaire sur l'entité « Promenade de la Dhuis » est prévue pour des raisons techniques liées à la position et à la réalisation de la gare souterraine Clichy-Montfermeil.

Présentation des travaux au droit de la Promenade de la Dhuis

La future gare Clichy-Montfermeil se développe au sein d'un secteur en pleine mutation. Elle est implantée droit du carrefour de l'allée Anatole France, de la rue Utrillo et de l'allée Romain Rolland sur une future place urbaine du Programme de Rénovation Urbaine (PRU) au pied de la tour Utrillo, à proximité du projet de tramway T4 (correspondance avec la ligne 16 du Grand Paris Express).



Vue aérienne du contexte d'insertion de la gare Clichy-Montfermeil (Egis-Tractebel, 2015 : avant-projet)

Le secteur du projet de la gare du Grand-Paris-Express est constitué d'habitats collectifs de hauteur modérée à importante allant du rez-de-chaussée à R+15 maximum.

L'implantation de la gare dans un site urbain fortement contraint nécessite de développer la gare en partie sous la promenade de la Dhuis. La réalisation des parois moulées de la « boîte » de la gare, puis le terrassement de l'intérieur de la « boîte » et la réalisation des structures internes du génie civil, sont incompatibles avec le maintien de la promenade de la Duis pendant la phase travaux.

La réalisation des travaux de la gare induit un besoin d'emprise temporaire à proximité immédiate de l'ouvrage. Seule une emprise sur la promenade de la Dhuis permet de répondre au besoin identifié en prenant en compte notamment les contraintes suivantes :

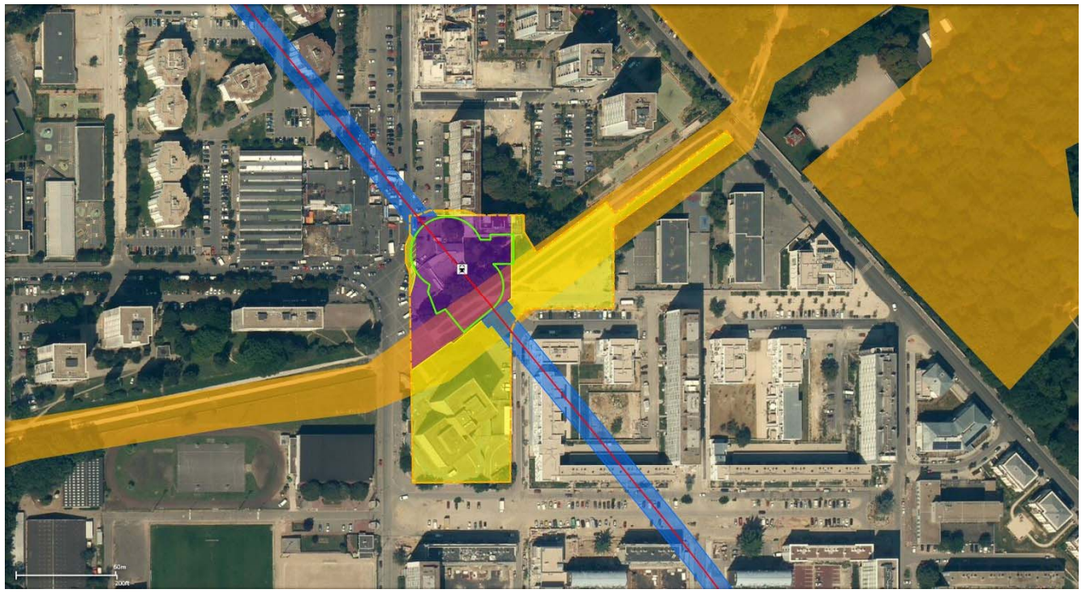
- Evaluation de l'emprise nécessaire pour les seuls travaux de génie civil à environ 5500 m² ;
- Projet contigu de la « Villa Médicis », nécessitant la démolition de la tour Utrillo au sud de la promenade de la Dhuis (emprise chantier d'environ 6000 m²) ;
- Planning des travaux de la gare entre fin 2018 et 2023, avec restitution de l'emprise utilisée sur la parcelle de la Tour Utrillo pour la réalisation des travaux du projet de la « Villa Médicis » fin 2021 ;
- Maintien de l'intégrité de de la rue Anatole France (maintien du marché pendant les travaux et accès des bus) ;
- Emprises du tramway T4 (démarrage de l'exploitation au début des travaux de la gare Clichy-Montfermeil du Grand Paris Express) ;
- Gestion des entrées / sorties de chantier pour les camions pour éviter l'ensemble des impacts de circulations dans les secteurs de bâtis, de l'école primaire, de la rue Utrillo et du tramway T4. Selon les options envisagées en phase avant-projet, les entrées de chantier pourront se faire via la promenade de la Dhuys, la sortie de chantier s'effectuant par la rue Paul Cézanne.

L'emprise travaux totale en considérant l'ensemble des phases de chantier est ainsi évaluée au stade conception avant-projet à environ 14 000 m², dont une partie empiète sur la promenade de la Dhuis.

Promenade de la Dhuys au droit de la future gare Clichy-Montfermeil (Egis, 2015)

La promenade de la Dhuis au droit de la future gare Clichy-Montfermeil est constituée par une pelouse urbaine et des cheminements minéralisés. La végétation est banale avec présence d'alignements de peupliers. On n'y relève pas la présence d'habitats naturels des espèces d'oiseaux ayant justifié la désignation du site en ZPS.

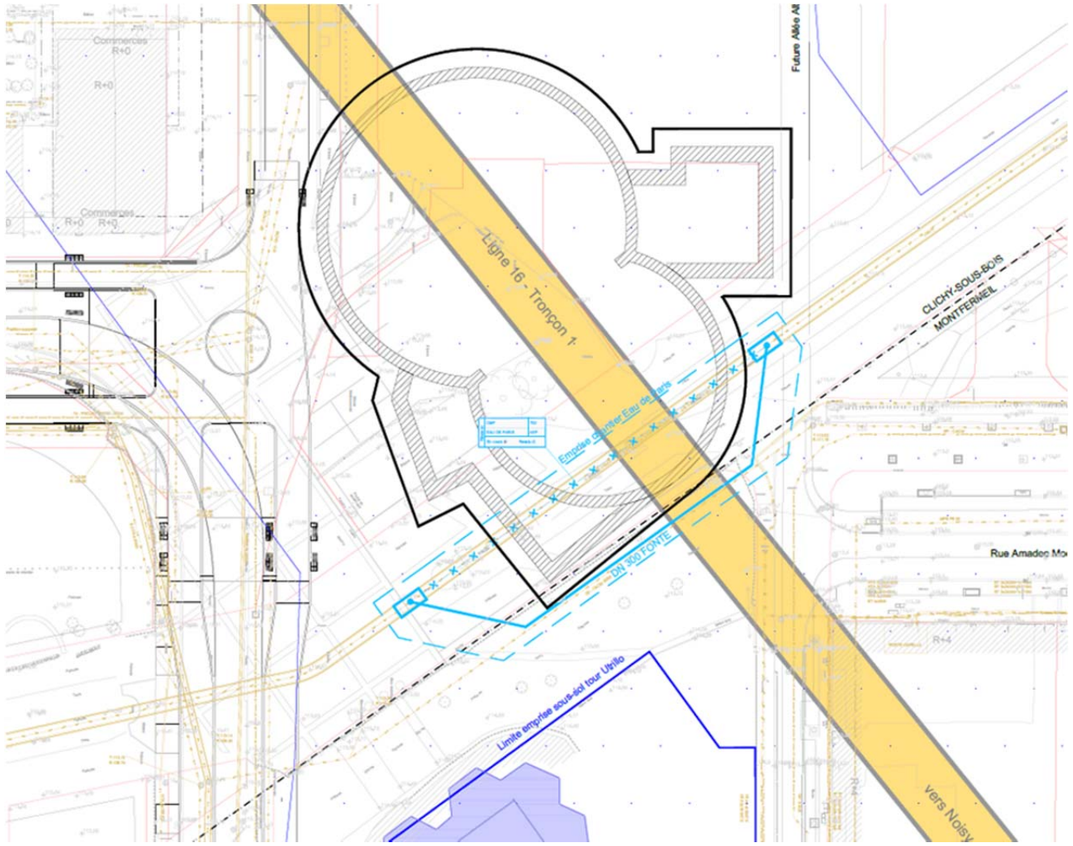
L'illustration suivante montre, d'une part les emprises en phase travaux, concernant uniquement des habitats non utilisés par les espèces de la Directive « oiseaux », et d'autre part les emprises en phase exploitation de la gare, sans incidence sur l'intégrité de la promenade de la Dhuys qui sera restaurée au-dessus de la gare à l'issue des travaux.



Emprises travaux et exploitation de la gare Clichy-Montfermeil sur la promenade de la Dhuis (Egis, 2016)

En phase travaux, les sols de la promenade dans l'emprise travaux seront remaniés pour permettre le déroulement des activités de chantier (décapage de la terre végétale, mise en place d'une couche de forme, …).

Les arbres dans l'emprise travaux seront abattus et l'aqueduc de la Dhuis sous-jacent à la Promenade sera dévié de façon définitive pour permettre l'écoulement de l'eau, par une canalisation provisoire selon le schéma ci-après. L'emprise nécessaire au dévoiement de l'aqueduc de la Dhuys présente une surface d'environ 1000 m².



Emprise de chantier du dévoiement de l'aqueduc de la Dhuys (Egis-Tractebel, 2015 : avant-projet)

Après la construction de la partie souterraine de la gare, le projet prévoit la restitution de l'emprise travaux et le réaménagement paysager de la promenade, dont les principes de réaménagement sont en cours de réflexion avec l'Agence des Espaces Verts et les architectes de la gare.

Compte-tenu de la nécessité de gérer des flux piétons importants entre la gare et son parvis, avec la future Villa Médicis (Tour Utrillo), la séquence de la promenade de la Dhuis au droit du parvis de la gare devra faire l'objet d'un traitement adapté et ne pourra être restituée sous forme de pelouses et d'allées en terre. La SGP, en relation avec l'AEV, étudie la solution qui sera la plus adaptée aux contraintes fonctionnelles de cette section, pour laquelle un revêtement à dominante minérale (perméable), agrémenté d'arbres, est privilégié.

Le reste de la promenade de la Dhuis utilisé pendant les travaux sera restituée dans une configuration similaire à la situation existante, en recherchant une amélioration de sa fonctionnalité écologique en concertation avec l'AEV.

À ce titre, la Société du Grand Paris travaille en lien avec l'Agence des Espaces Verts, gestionnaire du site, le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis, animateur du site ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », auquel la promenade de la Dhuis est intégrée, et le PRU en charge du développement urbain du secteur, pour proposer un plan de restauration qui permette d'améliorer la qualité écologique du site en application de l'orientation présentée par le SRCE sur ce territoire.

Évaluation de l'impact en phase travaux sur la Promenade de la Dhuis

L'impact de l'emprise travaux sur le site Natura 2000 est évalué selon deux modalités :

- **Impact d'emprise temporaire sur la Promenade de la Dhuis et le site Natura 2000**

Cet impact d'emprise travaux de la gare Clichy-Montfermeil est évalué sur la base du pourcentage de l'entité « Promenade de la Dhuis » et de l'ensemble de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ». Il convient de préciser le mode de réalisation de ce calcul :

- L'emprise du site Natura 2000 est définie à petite échelle. La projection de cette emprise à l'échelle du projet de la gare Clichy-Montfermeil et des emprises travaux nécessite de zoomer fortement, ce qui aboutit du fait de la faible précision de l'échelle de saisie initiale à une surface du site Natura 2000 débordant sur les espaces urbanisés contigus ;
- Une mesure de la surface « réelle » de la promenade de la Dhuis a été faite en parallèle sur ortho-photographie aérienne, afin de disposer d'une évaluation plus juste du recoupement entre l'emprise travaux et le site Natura 2000.

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

	Emprise travaux sur la promenade de la Dhuis (m²)	**Emprise travaux en % de la surface de l'entité « Promenade de la Dhuis »**	**Emprise travaux en % de la surface de la ZPS "Sites de Seine-Saint-Denis"**
Selon définition du périmètre issue de la cartographie DRIEE	5 353	2,77 %	0,05 %
Selon surface réelle mesurée sur photo aérienne	3 311	1,71 %	0,03 %

Critères de hiérarchisation de l'impact d'emprise :

Emprise travaux en % du site Natura 2000	surface <0,5% pas d'impact significatif	0,5%< surface <1% impact faible	1%< surface <5% impact modéré	surface >5% impact fort

A l'échelle de l'entité « Promenade de la Dhuis » qui est de superficie restreinte (19 ha), l'impact d'emprise temporaire peut être qualifié de modéré**. A l'échelle de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », l'impact d'emprise temporaire n'est pas significatif** (0,03% à 0,05% selon le mode de calcul).

- **Impact temporaire sur les espèces et la fonctionnalité de la Promenade de la Dhuis et du site Natura 2000**

Aucun habitat naturel des espèces ayant justifié la désignation du site en ZPS n'est identifié sur les emprises travaux du projet.

Au droit de Clichy et Montfermeil, la Promenade de la Dhuis est définie dans le Document d'objectifs du site Natura 2000, comme « *un parc linéaire, facilitant la pénétration de la nature en milieu urbain* ». Ainsi, de par sa situation au sein d'espaces fortement urbanisés et de sa physionomie actuelle d'espace vert public, elle connaît une forte fréquentation et sa valeur patrimoniale est considérée comme faible dans le Document d'objectifs, avec un potentiel d'évolution future faible, ainsi qu'un niveau d'enjeu écologique faible.

Dans ce contexte, **en phase travaux il n'existe donc pas d'impact sur les espèces d'oiseaux de la Directive « oiseaux », ni d'effet significatif sur la fonctionnalité du site Natura 2000**.

En conclusion, aucune incidence directe du projet n'est identifiée sur la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ».

Mesures d'accompagnement pour la Promenade de la Dhuis

Des mesures d'accompagnement permettront d'améliorer les habitats initialement présents et permettre à certaines espèces des milieux boisés, comme les Pics, d'utiliser la zone.

En effet, l'architecture et la conception de la gare de Clichy-Montfermeil (gare la plus proche du site Natura 2000) ont été étudiées en considérant ce zonage. Elles ont fait l'objet de propositions de deux scénarios d'aménagement, évalués selon une grille multicritères.

Les deux scénarios assurent la continuité de la promenade de la Dhuis en maintenant une surface équivalente de végétation à celle initialement présente. Ainsi, l'aménagement en surface de l'émergence (bâtiment) et le parvis de la gare intègrent des dispositifs écologiques favorables aux espèces nichant au sein du site Natura 2000, et notamment celles de l'entité de la forêt de Bondy.

L'opportunité de réaliser une toiture ou des parois végétalisées sur le bâtiment de la gare n'a pas été retenue car l'émergence est sous la canopée. La toiture végétalisée, partiellement arrosée et éclairée, ne s'y développerait pas. De plus la faible surface concernée représente un potentiel de végétalisation très faible au regard de l'aménagement global des espaces publics du site.

Étant donné qu'aucune espèce ayant justifié la désignation du site Natura 2000 n'est présente (en nidification, hivernage ou halte migratoire) au sein de la promenade de la Dhuis, la mise en œuvre d'adaptations écologiques a tenu compte des espèces effectivement présentes dans le secteur[21] : avifaune commune (Mésange charbonnière, Pic épeiche, Pic vert, Pinson des arbres, Sittelle torchepot et Troglodyte mignon).

Ainsi, le projet intègrera la mise en place de nouvelles dispositions pour assurer des lieux de nidification et d'alimentation pour les espèces concernées. Certaines de ces espèces ont besoin d'habitats ou de ressources spécifiques pour se développer : le Pic vert et le Pic épeiche se nourrissent en cherchant des insectes dans les arbres ou les arbres morts et y logent également. Les arbres choisis par les Pics sont les hêtres principalement, mais aussi les épicéas, les pins, les bouleaux, présentant un diamètre important. Le Troglodyte mignon niche dans des cavités (berges, talus), dans des arbres ou dans des rochers. Une potentialité de Lézard des murailles est relevée également. Celui-ci vit dans les éboulis, les murs en pierre sèches, les rochers.

Les dispositions suivantes ont donc été étudiées :

- implantation d'arbres de haute tige sur le parvis de la gare : hêtres, pins, bouleaux implantés à faible distance pour permettre les vols courts d'un arbre à l'autre) ;
- mise en place de nichoirs pour les Mésanges, Sitelles et Troglodyte mignon ;
- aménagement végétal au sol (pierre sèche et cavités) ;
- traitement des surfaces vitrées situées perpendiculairement aux circulations des oiseaux pour éviter de former un obstacle invisible au vol (sérigraphie ou éviter les transparences axées parallèlement à la promenade de la Dhuis) ;
- pas d'éclairage artificiel nocturne des arbres et flux lumineux des luminaires dirigés exclusivement vers le bas.

3.1.3. Évaluation des incidences indirectes

Les incidences indirectes du projet envisageables sur la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis » sont :

- En phase chantier :
  - Risque de modification du réseau hydrique des habitats d'espèces de la Directive « oiseaux » ;
  - Dérangement des espèces de la Directive « oiseaux » ;
  - Risque de pollution des habitats d'espèces de la Directive « oiseaux » ;
- En phase exploitation :
  - Risque de modification du réseau hydrique des habitats d'espèces de la Directive « oiseaux » ;
  - Dérangement des espèces de la Directive « oiseaux » par augmentation de la fréquentation des sites.

[21] Les inventaires sont réalisés sur les zones Natura 2000 par des associations compétentes, de façon récurrente et permettent d'évaluer les évolutions de population des espèces recensées.

3.1.3.1. Risque de modification du réseau hydrique des habitats d'espèces durant la phase exploitation par « effet barrage »

Présentation de « l'effet barrage » en phase exploitation

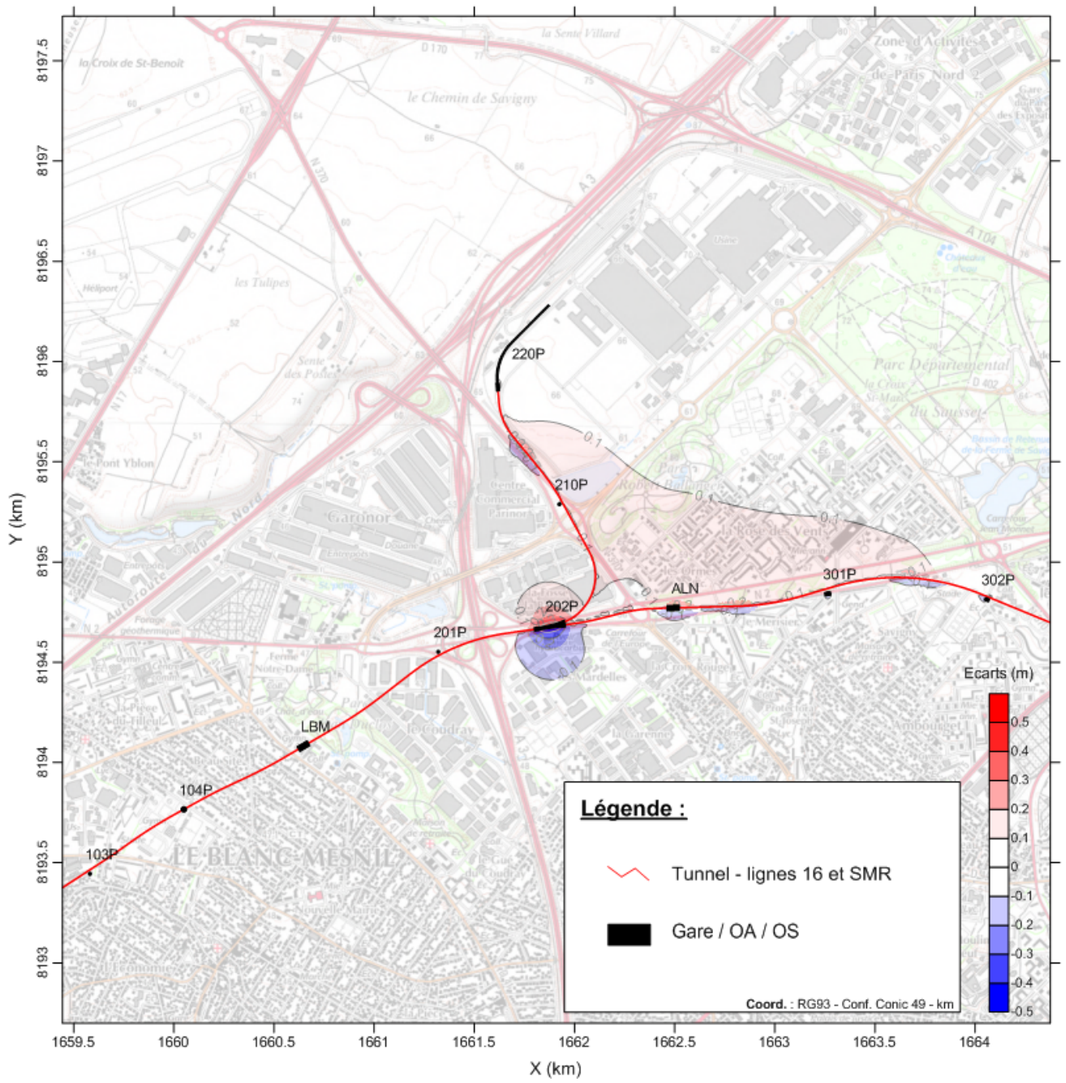
En phase exploitation, après réalisation de l'ensemble des ouvrages, la présence du tunnel et des autres ouvrages souterrains des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord du métro du Grand Paris Express au sein de la nappe du Bartonien, peut être à l'origine d'un « effet barrage », c'est-à-dire que l'écoulement de la nappe pourrait être modifié avec une surélévation du niveau de la nappe à l'amont des ouvrages et un abaissement à l'aval.

La nappe du Bartonien est en relation avec la nappe des alluvions, et cette dernière contribue à l'alimentation de certains plans d'eau des entités de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis », en particulier les étangs du Vallon et des Brouillards au sein du Parc départemental Georges Valbon, ainsi que l'étang de Savigny et le Marais au sein du Parc départemental du Sausset.

Un « effet barrage » important sur la nappe du Bartonien pourrait donc indirectement affecter le niveau de ces plans d'eau et modifier à terme les habitats naturels des espèces de la Directive « oiseaux » présentes sur ces sites, par des variations inhabituelles des niveaux, à la hausse ou à la baisse.

L'étude hydrogéologique réalisée dans le cadre de la demande d'autorisation unique du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord du métro du Grand Paris Express (cf. volet E du présent dossier - chapitre V-6 et volet I - annexe II), a montré que l'effet barrage en phase exploitation n'est pas significatif :

- Les tunnels ont peu d'effet barrage, au maximum 0,3 m, en comparaison du battement naturel des nappes qui est de l'ordre de 1,5 m ;
- La portée de l'effet barrage est très réduite : au maximum 150 m du projet pour l'isovaleur 0,10 m ;
- Le secteur avec l'effet barrage le plus notable est celui d'Aulnay, avec la jonction des tunnels de la ligne 16 et de la voie de raccordement au SMI-SMR et la présence de la gare d'Aulany et de l'entonnement du débranchement : une surélévation de la nappe de 0,10 m est induite à l'est de ces ouvrages, mais ne s'étend pas au droit des plans d'eau de Savigny et du Marais (Parc départemental du Sausset) qui constituent les enjeux pour les espèces de la directive « oiseaux » inféodées à ces milieux (cf. illustration ci-après) ;
- L'effet barrage est également non significatif au droit des plans d'eau naturels du Vallon et des Brouillards du parc départemental Georges Valbon.



Modélisation de « l'effet barrage » du projet (tunnel et ouvrages) des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord en phase exploitation au droit d'Aulnay (Egis, 2016 : étude hydrogéologique)

Il ressort de cette analyse qu'en phase exploitation, le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord du métro du Grand Paris Express n'aura aucun impact négatif indirect sur les habitats des espèces de la directive « oiseaux » inféodées aux plans d'eau des parcs départementaux Georges Valbon et du Sausset.

En particulier, le Blongios nain, nicheur régulier, et le Butor étoilé, migrateur et hivernant, ne seront aucunement impactés en phase exploitation au travers d'une quelconque modification de leurs habitats (plans d'eau, roselières et ripisylve) due à un effet barrage du projet.

Mesures de réduction d'impact

En l'absence d'impact du projet par effet barrage sur les habitats des espèces de la Directive « oiseaux » des entités de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis », aucune mesure de réduction d'impact n'est nécessaire.

3.1.3.2. Risque de modification du réseau hydrique des habitats d'espèces durant le chantier

Présentation du rabattement en fond de fouille en phase chantier

C'est potentiellement la principale conséquence des effets hydrogéologiques des travaux et implantations d'ouvrages en souterrain, susceptible de concerner les sites Natura 2000 à proximité.

Il s'agit, lors des pompages d'exhaure en fond de fouille des ouvrages (gares, ouvrages annexes), et du fait des pompages d'alimentation des tunneliers, du risque de rabattement de nappe qui pourrait indirectement modifier l'alimentation des étangs et plans d'eau inclus dans les entités de la ZPS les plus proches du projet.

En effet, la construction des ouvrages souterrains nécessite des opérations de pompage des eaux de la nappe en fond de fouille, durant certaines phases de travaux : terrassements jusqu'à la réalisation du radier pour les ouvrages annexes (puits de secours et de ventilation), et jusqu'à l'achèvement des travaux de génie civil pour les ouvrages les plus importants (gares). Ces pompages sont destinés à abaisser le niveau de la nappe pour pouvoir réaliser les travaux à sec en fond des ouvrages. Ils sont susceptibles d'entraîner une baisse de la piézométrie du secteur, sous forme d'un cône de rabattement autour du point de pompage, s'atténuant au fur et à mesure que l'on s'écarte du point de pompage.

A ces pompages d'épuisement en fond de fouille des ouvrages, s'ajoutent des pompages nécessaires au fonctionnement des neuf tunneliers mis en œuvre pour les travaux de creusement du tunnel. Ils seront réalisés au droit des puits d'attaque (ou puits d'entrée de tunnelier).

Le rabattement de nappe souterraine peut avoir des incidences indirectes sur les niveaux des plans d'eau en surface lorsque ceux-ci sont alimentés en totalité ou partiellement par la nappe de surface (si celle-ci est en communication avec les nappes plus profondes), et situés dans la zone d'effet du pompage en fond de fouille.

La baisse éventuelle de niveau des plans d'eau d'entités du site Natura 2000 pourrait altérer la fonctionnalité des milieux de nidification, migration et hivernage d'espèces de la Directive « oiseaux » et la capacité d'accueil de ces milieux.

Modélisation hydrogéologique des rabattements en fond de fouille et des pompages pour les tunneliers

Afin d'évaluer précisément les effets de rabattement en fond de fouille en phase chantier et des pompages pour les tunneliers, une modélisation hydrogéologique a été réalisée sur l'ensemble du projet. Seuls les résultats en rapport direct avec l'évaluation des effets du rabattement en fond de fouille et leurs impacts indirects sur les entités Natura 2000 sont présentés ci-après.

Pour une lecture complète, il convient de se reporter à l'étude hydrogéologue figurant en annexe II du volet I – Annexes, et à la synthèse présentée au chapitre V-6 du volet E - Eude d'impact, du présent dossier de demande d'autorisation unique.

L'approche retenue pour la modélisation repose sur le développement de six modèles hydrogéologiques locaux :

- Saint-Denis Pleyel / La Courneuve ;
- Le Bourget ;
- Le Blanc-Mesnil / Aulnay ;
- Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry ;
- Clichy-Montfermeil ;
- Chelles.

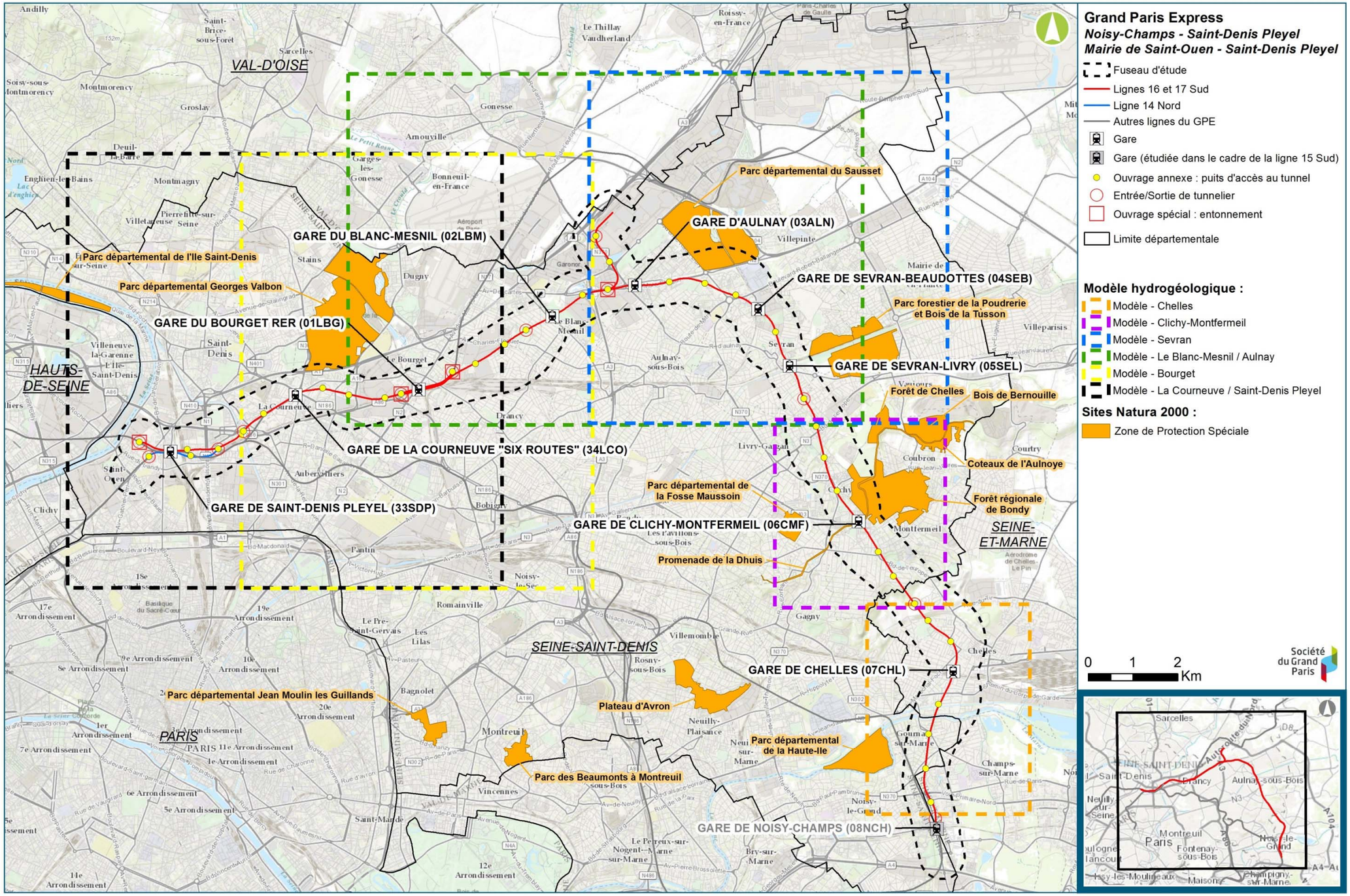
Les périmètres des six modèles sont présentés sur la carte en page suivante, avec en superposition, les entités de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis ». Ils sont suffisamment étendus pour couvrir l'ensemble du projet et évaluer les effets de rabattement de nappe cumulés des différents ouvrages sous les conditions de débit les plus extrêmes.

Le phasage de travaux montre que les opérations d'épuisement des fouilles, comme le fonctionnement des puits d'alimentation des tunneliers, se répartissent sur des durées et sur des périodes différentes selon la nature et l'importance des ouvrages. Il n'y a donc pas concomitance de l'ensemble des pompages du tunnel et de l'ensemble des pompages pour les ouvrages et il ne serait pas cohérent de les considérer comme tels, notamment au risque d'être excessivement majorant sur les impacts. Partant de ce constat il a été choisi de :

- Décomposer le phasage des pompages **pour chaque modèle en une série de scénarios caractéristiques des périodes les plus représentatives** et/ou potentiellement les plus impactantes au regard des débits attendus ;
- Définir, de la même manière, **quatre « super-scénarios » par assemblage des scénarios locaux** pour rendre compte des effets intégrés à l'échelle du projet. Ils ont été choisis en fonction des résultats des scénarios locaux de façon à en optimiser la représentativité.

Ce sont ces quatre « super-scénarios » qui rendent le mieux compte des effets d'ensemble du projet en termes de rabattement de la nappe du Bartonien au droit des entités de la Zone de Protection Spéciale, à différentes périodes de réalisation des travaux :

- Super-scénario A : il associe les scénarios de trois modèles (Saint-Denis Pleyel / La Courneuve, Le Bourget, et Clichy-Montfermeil) et correspond approximativement à la période de septembre 2018 ;



Périmètres des six modèles hydrogéologiques et localisation des entités de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis » (Egis, 2016)

- Super-scénario B : il associe les scénarios de cinq modèles (Saint-Denis Pleyel / La Courneuve, Le Bourget, Aulnay / Le Blanc-Mesnil, Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry, et Chelles) et correspond approximativement à la période d'octobre 2019 ; **ce super-scénario est représentatif de la phase de travaux où les pompages seront les plus importants** ;

- Super-scénario C : il associe les scénarios de trois modèles (Saint-Denis Pleyel / La Courneuve, Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry, et Chelles) et correspond approximativement à la période d'avril 2020 ;

- Super-scénario D : il associe les scénarios de trois modèles (Le Bourget, Aulnay / Le Blanc-Mesnil, Sevran-Beaudottes / Sevran-Livry, et Chelles) et correspond approximativement à la période de février 2021.

Il est à noter que pour certains super-scénarios, les modèles de Chelles et de Clichy-Montfermeil ne sont pas pris en compte. Cela est dû au fait que seuls les pompages dans la nappe du Bartonien sont cumulables dans un super-scénario, les pompages dans d'autres nappes indépendantes ne pouvant être ajoutés.

Les hypothèses de pompages prises en compte pour la modélisation sont celles arrêtées en phase de conception avant-projet. Etablies sur les données de perméabilité disponibles à cette époque, elles sont donc relativement prudentes, voire majorantes, afin de pouvoir traduire le cas le plus défavorable.

Les pompages en fond de fouille par ouvrage pris en compte par la modélisation sont ceux présentés dans le volet E - chapitre V-4 « Eaux superficielles et risques associés ». Les pompages d'alimentation des tunneliers sont modélisés sur la base d'un débit de 50 m^3/h par tunnelier.

Effets de rabattement de la nappe du Bartonien

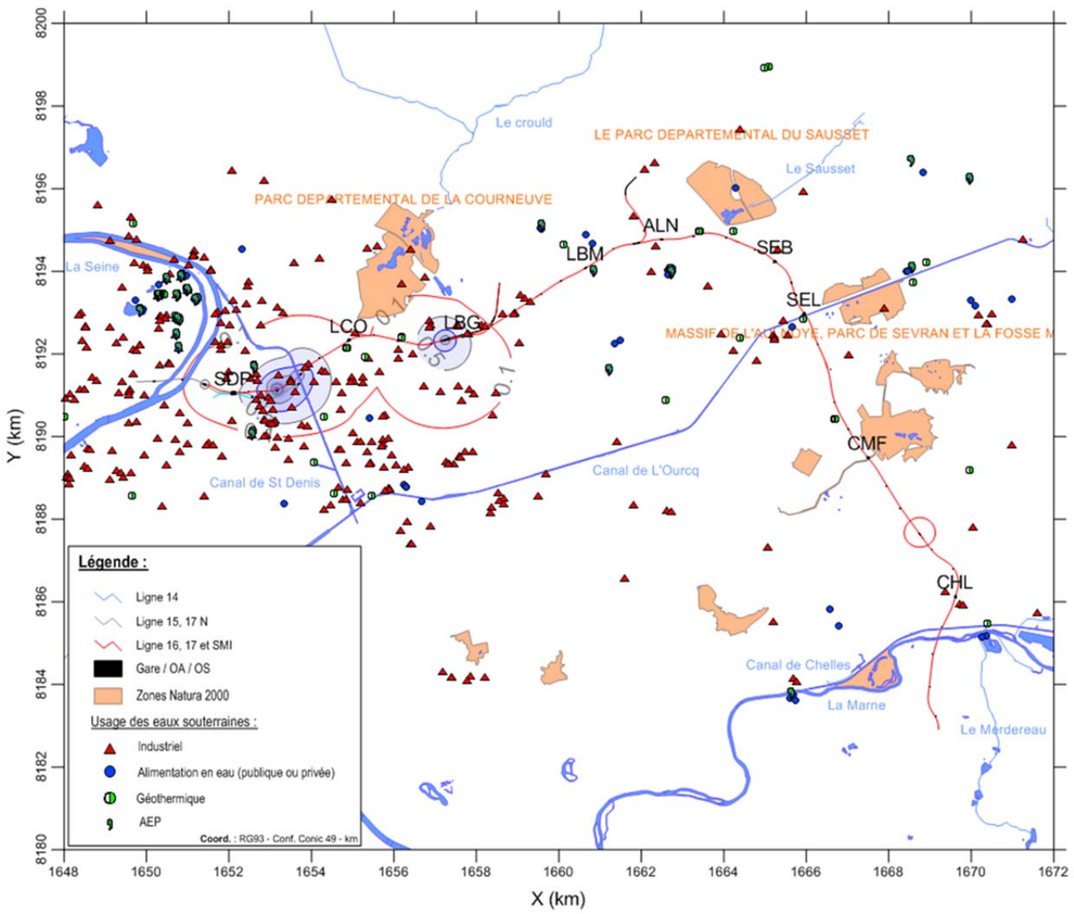
Les résultats de la modélisation obtenus pour les quatre super-scénarios sont présentés ci-après sous forme :

- De carte générale de rabattement pour chacun des super-scénarios ;

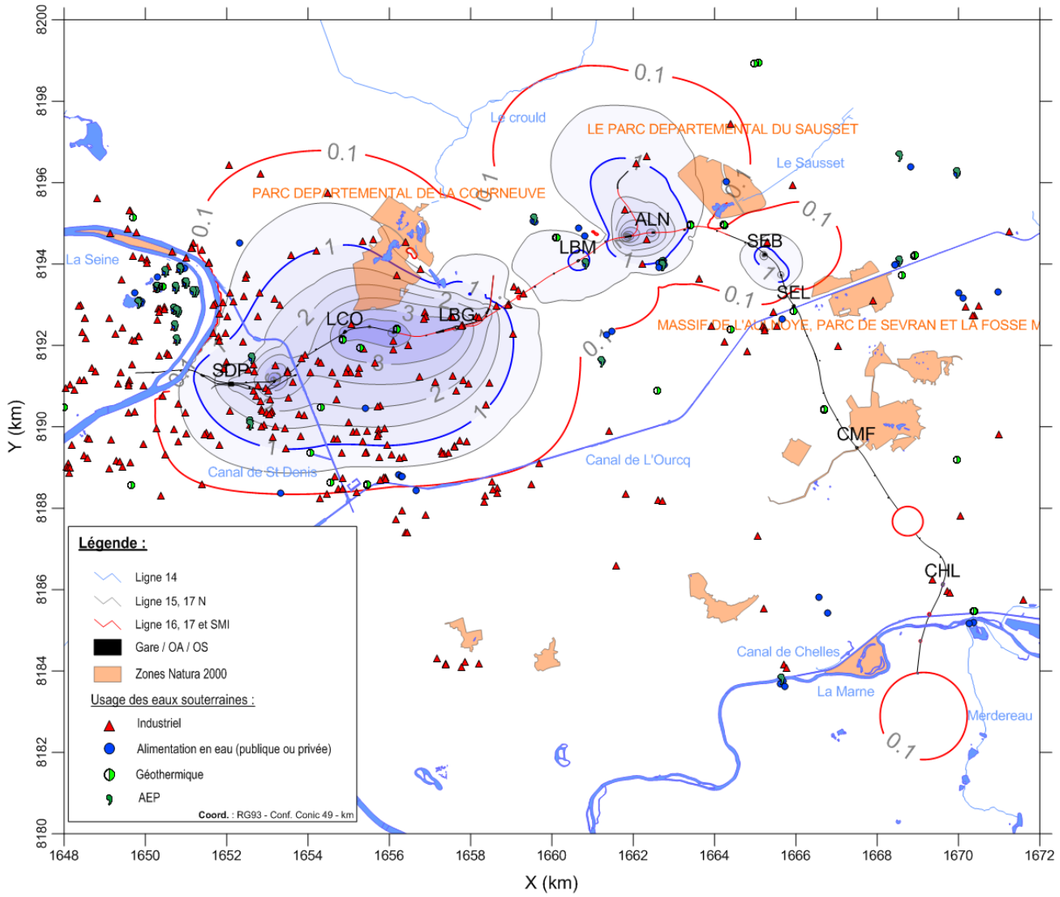
- D'un tableau de synthèse des rabattements au droit des plans d'eau et des marais des sites Natura 2000 ;

L'unité des iso-valeurs affichées sur l'ensemble des cartes suivantes est le mètre.

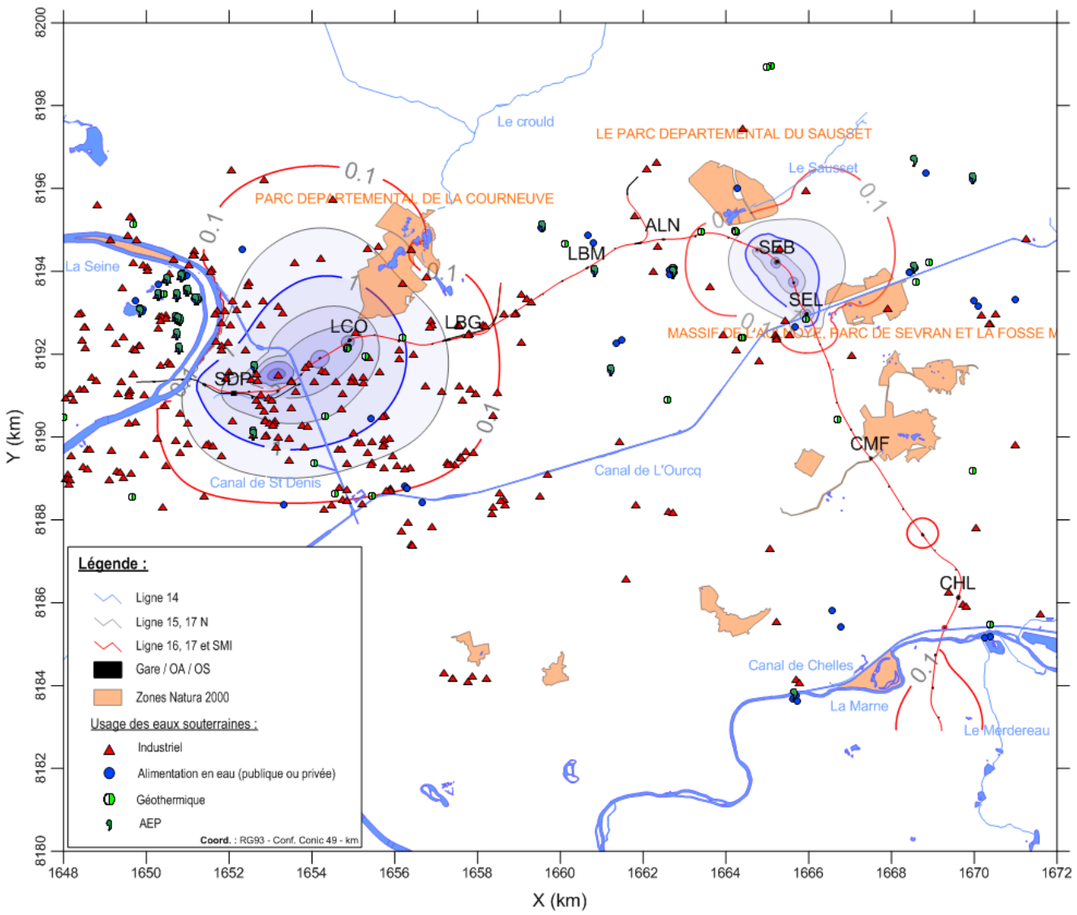
Il apparait que l'amplitude de rabattement est variable, en fonction de la dimension des ouvrages, de la profondeur du fond de fouille et du contexte hydrogéologique, et surtout de la période des travaux et de l'intensité de pompage associée.



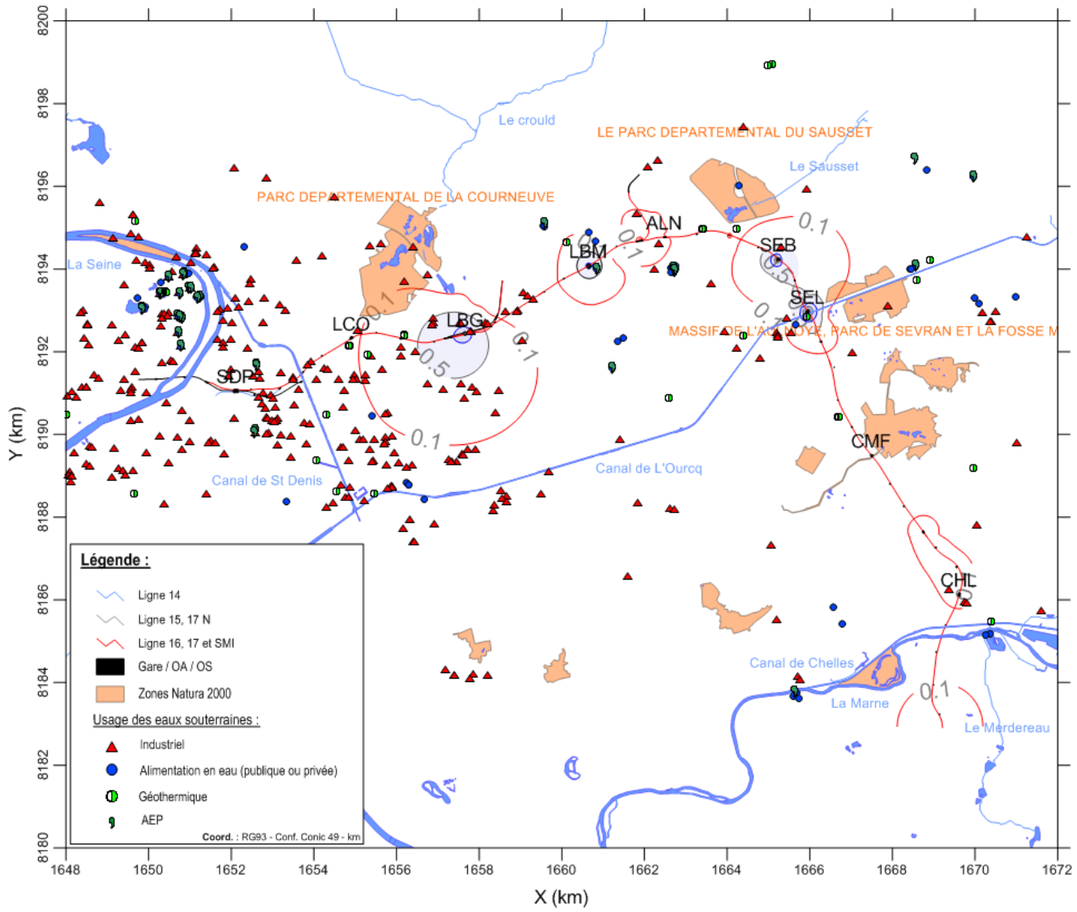
Impact à l'échelle du projet : carte de rabattement, super-scénario A - période indicative : septembre 2018 (Egis, 2016 : étude hydrogéologique)



Impact à l'échelle du projet : carte de rabattement, super-scénario B - période indicative : octobre 2019 (Egis, 2016 : étude hydrogéologique)



Impact à l'échelle du projet : carte de rabattement, super-scénario C - période indicative : avril 2020 (Egis, 2016 : étude hydrogéologique)



Impact à l'échelle du projet : carte de rabattement, super-scénario D - période indicative : février 2021 (Egis, 2016 : étude hydrogéologique)

Les super-scénarios B et, dans une moindre mesure C, sont les plus impactants. Leur représentativité à l'échelle de la durée de la phase chantier reste toutefois assez limitée (de l'ordre de 1 an pour chacun d'entre eux).

Concernant les sites Natura 2000, il ressort que le parc Georges Valbon, le parc départemental du Sausset et le parc forestier de la Poudrerie sont localisés au droit du périmètre d'effets du projet avec des amplitudes de rabattement de la nappe du Bartonien parfois décimétriques au droit des étangs à enjeux, voire davantage sur d'autres secteurs plus proches des sites de pompages, mais uniquement pour les super-scénarios B et C.

Le parc Georges Valbon est essentiellement dans la zone d'influence des rabattements de nappe conjugués des gares La Courneuve « Six Routes » et surtout Saint-Denis Pleyel. Il n'est par contre pas atteint par le rabattement de phase travaux associé à la gare Le Bourget RER.

Le parc départemental du Sausset (étang de Savigny) et le parc forestier de la Poudrerie sont quant à eux dans l'emprise du cône de rabattement associé aux travaux sur les secteurs de Sevran-Beaudottes et de Sevran-Livry.

Les autres entités de la Zone de Protection Spéciale (Forêt régionale de Bondy, Parc départemental de la Fosse Maussoin, Parc départemental de la Haute Ile …) ne peuvent pas être concernées par un effet de rabattement de nappe dû aux pompages, puisque le périmètre de ces effets ne les atteint pas. L'analyse des incidences n'est donc pas poursuivie pour ces entités.

Effets indirects sur les plans d'eau des entités de la ZPS

La modélisation hydrogéologique montre des périmètres d'effets des pompages en fond de fouille et des pompages d'alimentation des tunneliers qui s'étendent, dans le cas le plus défavorable des super-scénarios B et C, au droit de trois entités de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis » :

- Le parc départemental Georges Valbon ;
- Le parc départemental du Sausset ;
- Le parc forestier de la Poudrerie et bois de la Tussion .

Au sein de ces entités Natura 2000, les enjeux relatifs aux espèces d'oiseaux de la Directive n°2009/147/CE du 30 novembre 2009 ayant justifié la désignation de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis » ne sont pas uniformément répartis et ne sont pas tous potentiellement impactés par un abaissement de la nappe du Bartonien.

En effet, seuls les plans d'eau peuvent être affectés indirectement du fait d'échanges entre la nappe du Bartonien et la nappe des alluvions qui participe à l'alimentation de certains étangs. Les autres milieux des entités Natura 2000 ne sont pas concernés par cette relation entre systèmes hydrauliques (ou ne le sont que de façon marginale) et ne sont donc pas susceptibles d'être impactés.

Il convient d'identifier au cas par cas les plans d'eau susceptibles d'être concernés par l'effetde rabattement de la nappe en fonction de leur mode d'alimentation et de leur gestion :

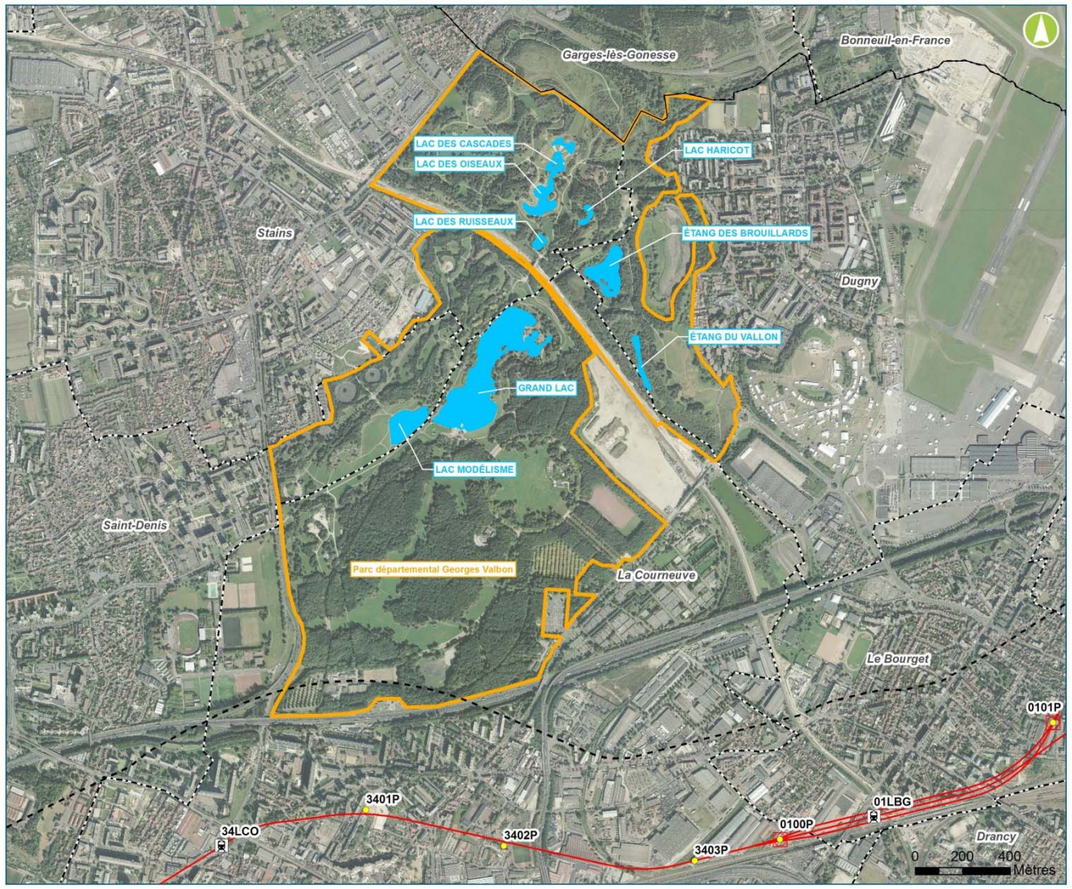
- **Identification des plans d'eau à retenir pour l'analyse des incidences Natura 2000**

Plans d'eau du parc départemental Georges Valbon ;

Deux types de plans d'eau existent (cf. illustration ci-après) :

- Les deux étangs du Vallon et des Brouillards au nord-est du site, sont des étangs « naturels » conservés lors de la création du parc. Ils sont alimentés par la nappe des alluvions et les précipitations sur leur bassin versant. Il s'agit d'étangs dont le fond est plus ou moins colmaté par les sédiments. Ils fonctionnent de façon autonome et ne font l'objet d'aucun soutien hydraulique en période estivale ;

- Les autres plans d'eau sont d'origine artificielle et ont été rendus étanches lors de la création du parc. Il s'agit du Grand lac, du lac modélisme dans la partie sud du parc, et des lacs « supérieurs » des Cascades, des Oiseaux, des Ruisseaux et Haricot, dans la partie nord du parc. Le Grand lac est alimenté à partir d'un forage à 45 m de profondeur situé au nord du lac et permet d'alimenter aussi les lacs supérieurs. Ces plans d'eau ont donc une gestion artificielle et contrôlée.

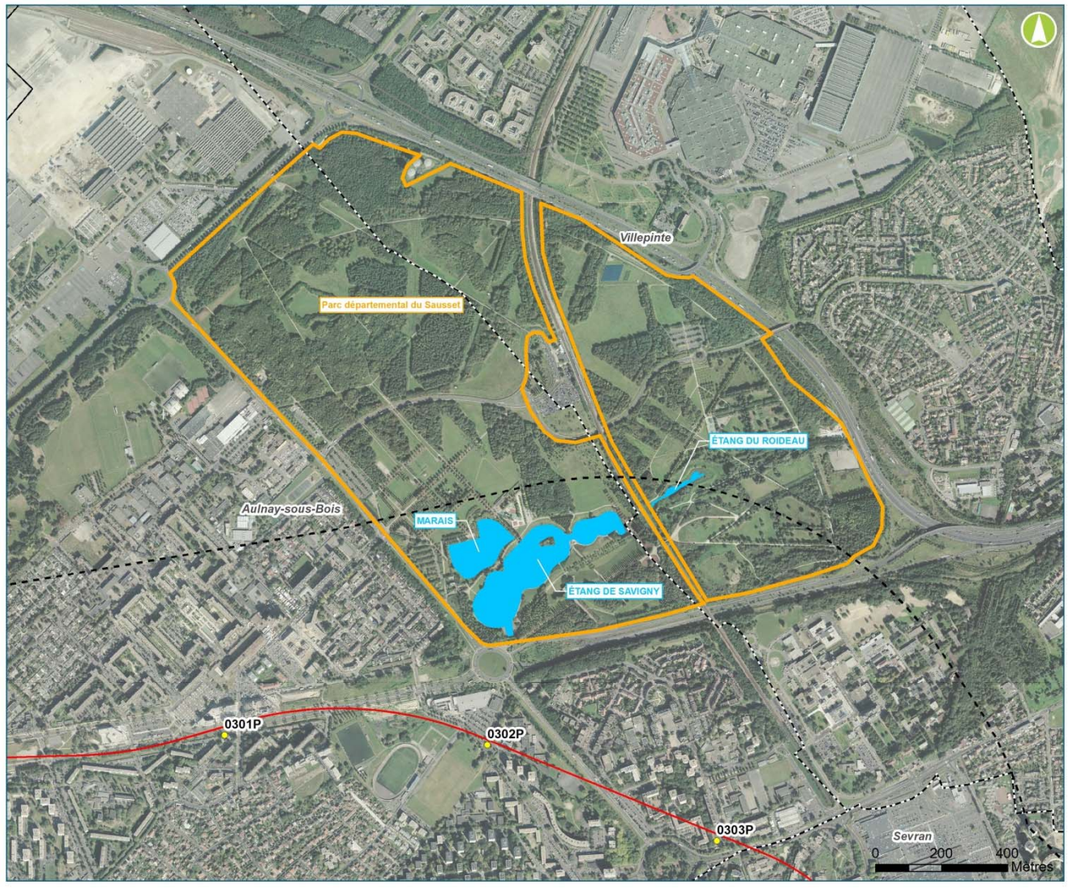


Localisation des plans d'eau de l'entité Natura 2000 parc Georges Valbon (limite jaune) par rapport au projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord (en rouge) (Egis, 2016)

Il ressort de cette analyse que seuls les étangs du Vallon et des Brouillards, en communication avec la nappe des alluvions, sont susceptibles d'être affectés indirectement par le rabattement de la nappe du Bartonien. L'analyse des incidences relative au parc Georges Valbon sera donc poursuivie sur ces deux étangs uniquement.

Plans d'eau du parc départemental du Sausset ;

Deux plans d'eau majeurs sont à prendre en compte : l'étang de Savigny et le Marais (cf. illustration ci-après) :



Localisation des plans d'eau de l'entité Natura 2000 parc du Sausset (limite jaune) par rapport au projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord (en rouge) (Egis, 2016)

- L'étang de Savigny est situé en dérivation du ru du Sausset et muni de seuils à l'amont et à l'aval. Il est alimenté directement par surverse du ru du Sausset, une dizaine de fois par an, et par la nappe des alluvions (nappe d'accompagnement du ruisseau) tout au long de l'année. Il reçoit également des eaux pluviales du parc du Sausset. De par ses caractéristiques et son mode d'alimentation, il présente un niveau relativement constant tout au long de l'année, avec une hauteur d'eau moyenne d'environ 1,50 m ;

- Le Marais, situé topographiquement plus haut que l'étang de Savigny, est aussi alimenté par la nappe, mais compte-tenu de l'abaissement du niveau de l'eau par temps sec, un pompage automatique depuis le plan d'eau de Savigny a été mis en place, afin de maintenir le niveau souhaité pour la gestion des milieux et la reproduction des oiseaux. Sa hauteur d'eau est de l'ordre de 0,80 m à 1 m.

Un autre plan d'eau a été aménagé plus récemment sur le ru du Roideau. Alimenté par le ru du Sausset uniquement, il s'agit d'une zone humide avec deux mares résiduelles en période de sécheresse. Il est naturellement étanche du fait d'un fond argileux et possède une gestion indépendante de celle de l'étang de Savigny.

Les autres plans d'eau du parc du Sausset sont des mares étanches (sur bâches ou terrain argileux) de petite taille, créées récemment et alimentées en fonction des besoins par le personnel du Parc.

Il ressort de cette analyse que seuls l'étang de Savigny et le Marais, en communication avec la nappe des alluvions, sont susceptibles d'être affectés indirectement par le rabattement de la nappe du Bartonien. L'analyse des incidences relative au parc du Sausset sera donc poursuivie sur ces deux étangs uniquement.

Plans d'eau du parc forestier de la Poudrerie et bois de la Tussion .

Cette entité possède trois plans d'eau d'origine artificielle, creusés dans le terrain en place et initialement étanchéifiés : Mare en croissant (plan d'eau ouest), Mare au Martin-pêcheur (plan d'eau sud) et Mare à l'ilot (plan d'eau est).

Ces mares servaient autrefois de réserve en eau en cas d'incendie, mais la Poudrerie ayant fermé, elles sont devenues des plans d'eau à caractère forestier, favorables à la biodiversité. Leur alimentation par les eaux superficielles est prépondérante ; la circulation de l'eau y est en général peu importante : il faut vraisemblablement une pluviométrie significative pour qu'un flux d'eau les traverse. Une démarche a été entreprise dans le cadre du Document d'Objectifs de l'entité Natura 2000, afin de réhabiliter ces mares et d'améliorer leur alimentation en eau.

L'analyse des incidences relative à l'entité Parc forestier de la Poudrerie a pris en compte ces trois mares.

- **Rabattement de la nappe au droit des plans d'eau pris en compte :**

La modélisation hydrogéologique a permis d'évaluer l'effet de rabattement de la nappe du Bartonien au droit des différents plans d'eau des entités Natura 2000 retenus ci-dessus pour l'évaluation des incidences.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Point d'eau / zone humide	Super-scénario A	Super-scénario B	Super-scénario C	Super-scénario D
	Rabattement (m)			
Parc G. Valbon - Etang du Vallon	< 0,01	0,12	0,02	< 0,01
Parc G. Valbon - Etang des Brouillards	< 0,01	0,23	0,10	< 0,01
Parc du Sausset - Etang de Savigny	< 0,01	0,10	0,01	< 0,01
Parc du Sausset - Marais	< 0,01	0,15	< 0,01	< 0,01
Parc de la Poudrerie - Mare en croissant (plan d'eau ouest)	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01
Parc de la Poudrerie - Mare au Martin-pêcheur (plan d'eau sud)	< 0,01	< 0,01	0,04	< 0,01
Parc de la Poudrerie - Mare à l'ilot (plan d'eau est)	< 0,01	< 0,01	0,12	< 0,01

Effets liés aux opérations de pompages en phase travaux (fond de fouille et alimentation des tunneliers) au droit des entités du site Natura 2000 (Egis, 2016 : étude hydrogéologique)

Les effets de rabattement de la nappe au droit de ces plans d'eau sont significatifs uniquement pour les super-scénarios B et C, qui correspondent aux périodes de pompages les plus importants, et se situent (à titre indicatif) respectivement en octobre 2019 et avril 2020. **Les valeurs de rabattement restent toutefois modestes puisqu'elles sont d'un ordre de grandeur décimétrique**, avec un maximum au droit de l'étang des Brouillards d'environ 23 cm.

Compte-tenu des hypothèses majorantes prises en compte pour la modélisation (simulations en régime permanent, pompage pour les tunneliers à 50 m^3/h, perméabilités connues en phase de conception avant-projet), **il s'agit de valeurs maximales de rabattement de la nappe du Bartonien**.

- **Effets sur les niveaux des plans d'eau pris en compte**

Comme on l'a vu précédemment, des échanges existent entre la nappe du Bartonien où seront réalisés les pompages en fond de fouille, et la nappe des alluvions qui alimente, en tout ou en partie, les plans d'eau des entités de la Zone de Protection Spéciale retenus pour l'analyse des incidences Natura 2000.

En théorie, des variations de piézométrie de la nappe du Bartonien peuvent donc entrainer des variations des niveaux des plans d'eau alimentés par la nappe alluviale. Toutefois, un abaissement de la nappe du Bartonien ne se répercute pas nécessairement sur les plans d'eau, immédiatement et avec la même ampleur, pour deux raisons :

- L'hétérogénéité de la couche des alluvions, pouvant induire localement des échanges plus réduits avec la nappe du Bartonien ;
- Le colmatage du fond des plans d'eau, pouvant limiter les échanges avec la nappe des alluvions.

Actuellement, les modalités d'échanges entre la nappe et les plans d'eau restent mal connues faute d'un suivi piézométrique existant. Dans ces conditions, il est difficile de conclure qu'un abaissement de 10 cm de la nappe du Bartonien entraînerait une baisse équivalente de 10 cm du niveau d'un plan d'eau.

Compte-tenu de ces incertitudes, on considérera en application du principe de précaution, que l'effet d'abaissement sur les plans d'eau des entités Natura 2000 retenus pour l'évaluation des incidences, pourra être au maximum entre 10 et 20 cm lors des périodes de pompages les plus importants.

- **Impacts sur les espèces de la Directive « oiseaux » inféodées aux plans d'eau pris en compte**

La traduction de l'effet de rabattement de la nappe du Bartonien, en impact sur les espèces d'oiseaux ayant justifié la désignation de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis », résulte du croisement entre les effets évalués sur les plans d'eau et la sensibilité des espèces d'oiseaux concernées aux variations de niveau d'eau.

A cette fin, il convient d'analyser la biologie et le statut de chacune des douze espèces de la Directive « oiseaux » recensées sur le site Natura 2000. Le tableau ci-après présente pour chaque espèce de la ZPS, son statut, les habitats qu'elle utilise, sa fréquentation des plans d'eau retenus pour l'analyse des incidences liées au rabattement de nappe et conclut sur sa sensibilité à des variations de niveau d'eau.

Espèces de la Directive « oiseaux »	Statut	Habitats utilisés	Fréquentation des plans d'eau retenus pour l'analyse des incidences liées au rabattement de nappe	Sensibilité à la variation de niveau des plans d'eau retenus pour l'analyse des incidences
Blongios nain	Migrateur Nicheur	Roselières inondées, berges des plans d'eau avec ripisylve	Etang du Vallon, Etang des Brouillards, Marais	Forte
Bondrée apivore	Migrateur	Grands boisements peu dense	Etang des Brouillards	Non
Busard cendré	Migrateur Nicheur	Landes, friches, pelouses et espaces herbacés des marais, champs de céréales	Non	Non
Busard Saint-Martin	Migrateur Nicheur	Landes, clairières forestières à végétation basse, champs de céréales	Non	Non
Butor étoilé	Migrateur Hivernant	Roselières des grands marais	Etang du Vallon, Etang des Brouillards, Etang de Savigny Marais	Moyenne
Gorge-bleue à miroir	Migrateur	Marais et abords de cours d'eau avec buissons ou roseaux	Etang du Vallon, Etang des Brouillards, Marais	Faible
Hibou des marais	Migrateur	Friches, prairies humides, marais, landes	Non	Non
Martin-pêcheur d'Europe	Migrateur hivernant	Bordures des eaux peu profondes, avec arbres, berges verticales	Etang du Vallon, Etang des Brouillards, Etang de Savigny, Marais	Faible
Pic mar	Sédentaire Nicheur	Massifs forestiers de feuillus âgés	Non	Non
Pic noir	Sédentaire Nicheur	Grands massifs forestiers avec conifères ou feuillus d'âge et taille variables	Non	Non
Pie-grièche écorcheur	Migrateur Nicheur potentiel	Milieux ouverts ou semi-ouverts avec bosquets, buissons épineux ou haies	Marais	Non
Sterne pierregarin	Migrateur Nicheur	Ilots de sable, milieu des plans d'eau et cours d'eau	Etang de Savigny, Marais	Faible

Sensibilité des espèces de la Directive « oiseaux » à la variation de niveau des plans d'eau retenus pour l'analyse des incidences (Egis, 2016)

Il ressort de cette analyse que deux espèces sont plus particulièrement concernées par une éventuelle incidence :

- **Le Blongios nain** : c'est un nicheur inféodé aux plans d'eau, roselières et ripisylve retenus pour l'analyse des incidences ; il est de ce fait fortement sensible à des variations de niveau qui pourraient intervenir au cours de son cycle de reproduction, avec pour conséquence, soit une perturbation de son site de nidification, soit la détérioration de ses habitats à terme ;

- **Le Butor étoilé** : c'est un hivernant qui fréquente les plans d'eau retenus pour l'analyse des incidences, mais aussi d'autres étangs artificiels du parc Georges Valbon. Ne se reproduisant pas sur ces sites et utilisant un périmètre plus large, sa sensibilité aux variations de niveau des plans d'eau sous l'effet du rabattement de nappe est moyenne.

La **Gorgebleue à miroir** et le **Martin-pêcheur d'Europe** sont des espèces faiblement sensibles à la variation de niveau d'eau, car non strictement inféodées aux plans d'eau et non nicheuses sur les trois entités Natura 2000 concernées par l'analyse des effets de rabattement de nappe.

La **Sterne pierregarin** est de même faiblement sensible à la variation de niveau d'eau, car même si elle niche sur le Marais (radeau), elle exploite un territoire plus vaste pour s'alimenter et ne serait affectée que si un assèchement du plan d'eau intervenait, ce qui n'est pas envisageable sur la base des conclusions de la modélisation hydraulique.

En conclusion, le Blongios nain et le Butor étoilé sont les seules espèces de la Directive « oiseaux » potentiellement impactées en cas d'abaissement significatif du niveau d'eau dans les étangs :

- Le Blongios nain, en période de reproduction, avec un impact fort si la baisse du plan d'eau intervient dans un contexte de déficit pluviométrique prononcé ;

- Le Butor étoilé, en migration et hivernage, avec un impact faible compte-tenu de sa présence en période de hautes eaux et sans accomplissement de son cycle de reproduction.

Il faut entendre par « abaissement significatif du niveau d'eau », une baisse du plan d'eau prolongée et importante, allant au-delà des fluctuations saisonnières habituelles liées au battement naturel de la nappe et/ou à un déficit pluviométrique.

Les échanges sur ce sujet entre la Société du Grand Paris et le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis, ainsi que les gestionnaires des entités Natura 2000 du parc Georges Valbon et du parc du Sausset conduisent à fixer **un seuil de l'abaissement significatif du niveau des plans d'eau à -20 cm pendant la période de présence et nidification du Blongios nain (mars à septembre) et -35 cm en dehors de cette période.**

On note que ces valeurs sont égales ou supérieures aux valeurs de rabattement de la nappe du Bartonien au droit des étangs des entités Natura 2000 simulées dans le cadre de la modélisation hydraulique pour les super-scénarios B et C les plus impactants (de l'ordre de -10 à -20 cm ; cf. tableau en page précédente). En supposant, dans l'hypothèse la plus défavorable, que les rabattements de nappe liés aux pompages en fond de fouille des ouvrages et aux pompages pour les tunneliers, se répercutent intégralement sur le niveau des plans d'eau, **le projet serait compatible avec l'accomplissement normal du cycle de vie des espèces d'oiseaux de la Directive n°2009/147/CE du 30 novembre 2009 inféodées à ces étangs.**

Toutefois, en cas de déficit pluviométrique sévère en période estivale, cet effet des pompages interviendrait dans un contexte déjà critique pour le cycle de vie des espèces d'oiseaux inféodées à ces étangs du fait de niveaux d'eau très bas. Dans ces conditions, les pompages en fond de fouille pourraient occasionner un rabattement de nappe qui aggraverait l'étiage des étangs. Dans cette hypothèse un impact négatif serait possible sur les conditions de reproduction du Blongios nain et en affecter le succès.

Il convient de tirer une double conclusion des rabattements de nappe en phase chantier :

- **En conditions pluviométriques normales, l'état de conservation du Blongios nain et du Butor étoilé et de leurs habitats dans les entités Natura 2000 du parc Georges Valbon et du parc du Sausset sera maintenu** lors des pompages en fond de fouille des travaux des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord ;

- **En cas d'aléa climatique avec un déficit pluviométrique prolongé, les conditions de reproduction du Blongios nain et d'hivernage du Butor étoilé pourraient être dégradées par les pompages en fond de fouille** des travaux des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, avec potentiellement un impact négatif sur le cycle de vie de ces deux espèces.

Impossibilité d'évitement de la période de nidification du Blongios nain

Face aux enjeux relatifs au Blongios nain, la Société du Grand Paris a étudié la possibilité de suspendre ou de limiter fortement les pompages en fond de fouille, ainsi que les pompages pour l'alimentation en eau des tunneliers pendant la période la plus critique, à savoir le printemps et l'été qui se caractérisent par de moindres précipitations et par la reproduction du Blongios nain.

La période des travaux s'étale de fin octobre 2017 à fin 2023, avec des pompages entre avril 2018 et mi-2022 pour l'ensemble du projet.

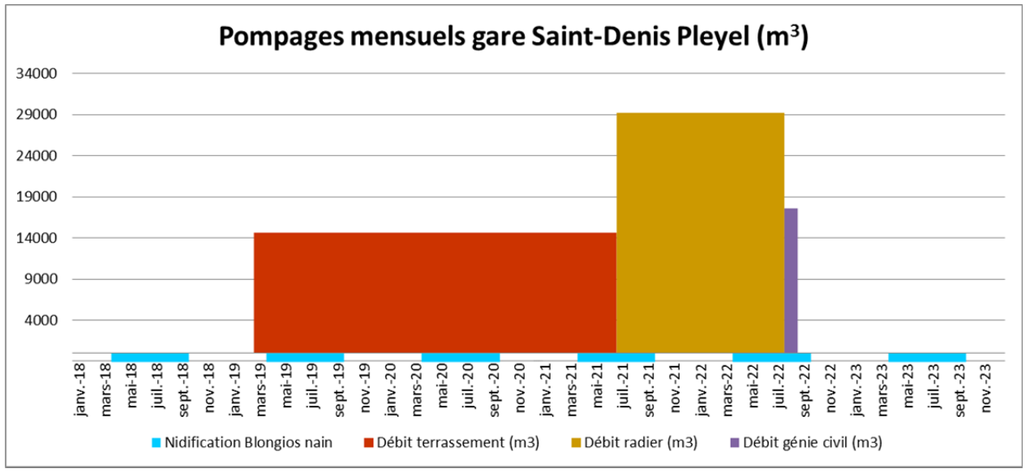
Les graphiques présentés ci-après illustrent les pompages réalisés au cours du temps au niveau d'ouvrages importants et puits d'attaque de tunneliers, parmi les plus proches des plans d'eau à enjeux des entités Natura 2000 des parcs Georges Valbon, du Sausset et de la Poudrerie. Ils distinguent les pompages selon différentes phases de réalisation des ouvrages :

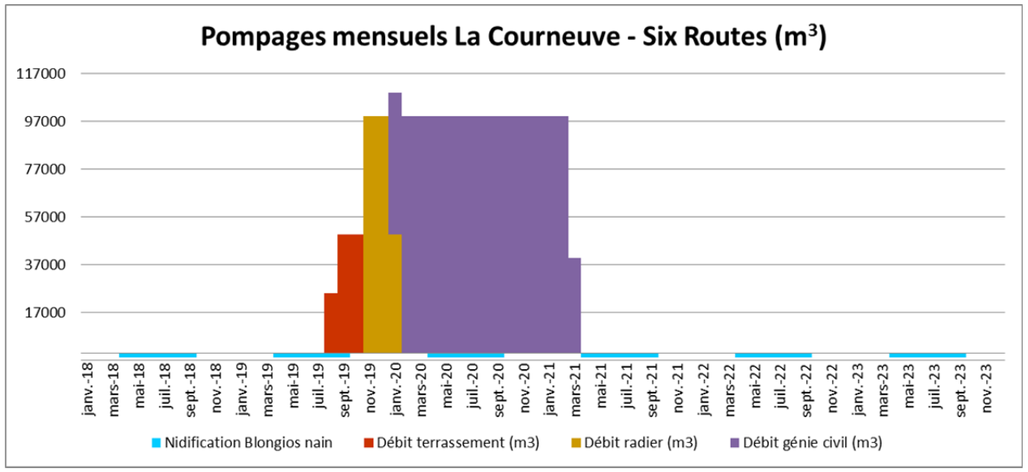
- Phase de terrassement à l'intérieur de la « boîte » après réalisation des parois moulées ;
- Phase de réalisation du radier des ouvrages ;
- Phase de réalisation du génie civil ;
- Les périodes de pompage pour les tunneliers sont aussi représentées.

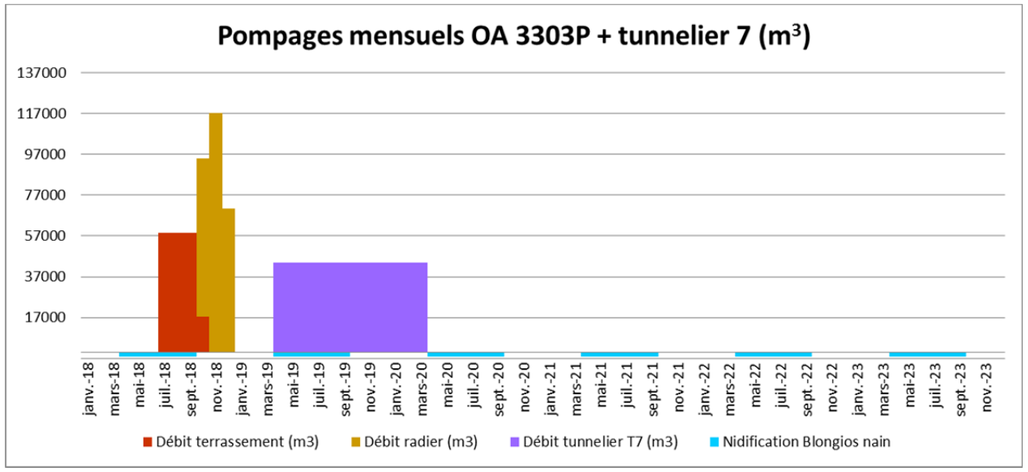
Les périodes de présence et de reproduction du Blongios nain (avril à septembre) sont figurées sous forme de barres bleu clair sur l'axe des abscisses.

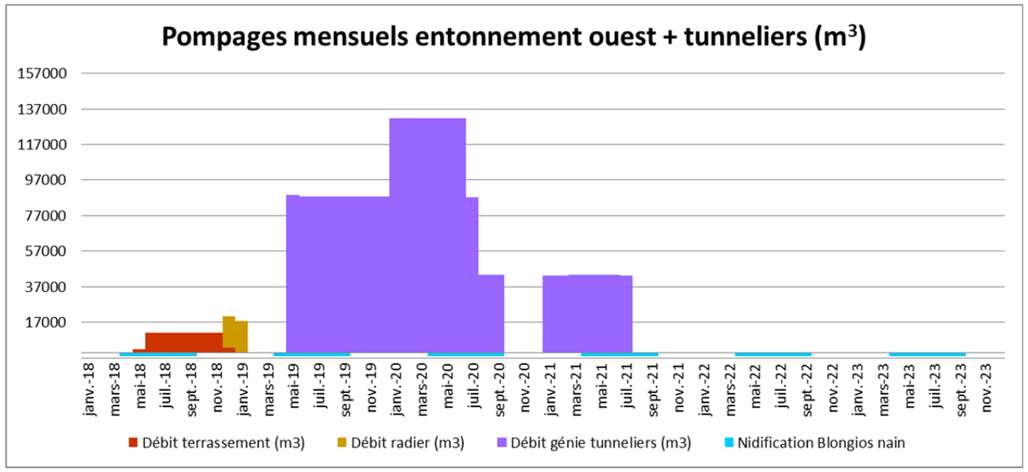
Les graphiques mettent en évidence la durée et l'importance des pompages qui couvrent de fait plusieurs saisons de reproduction du Blongios nain ; dans ces conditions, un évitement de la période de nidification du Blongios nain n'est pas envisageable.

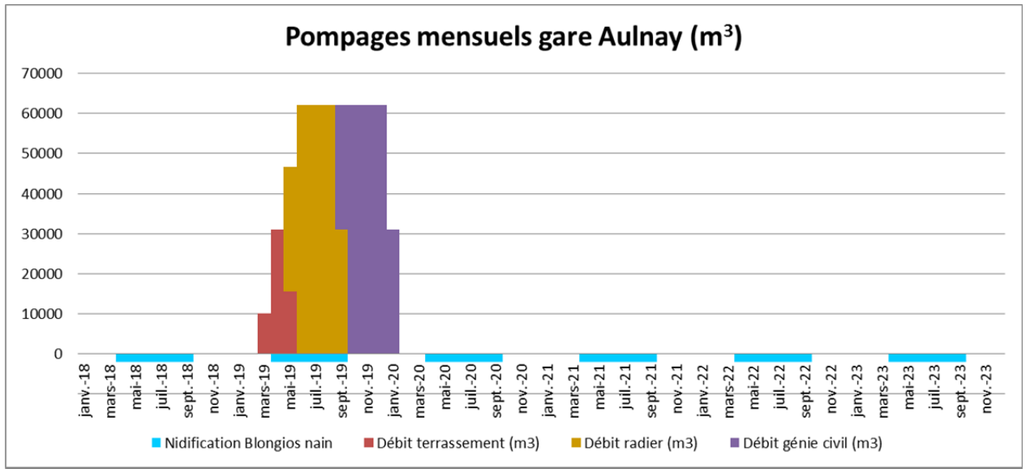
Une interruption ou une limitation des pompages pendant plusieurs mois conduirait à un allongement très important de la période des travaux ne permettant pas de respecter l'objectif de mise en service fin 2023 des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord du Grand Paris Express, tout en générant des surcoûts, des contraintes fortes sur l'organisation des chantiers, et un étalement de la durée des nuisances.

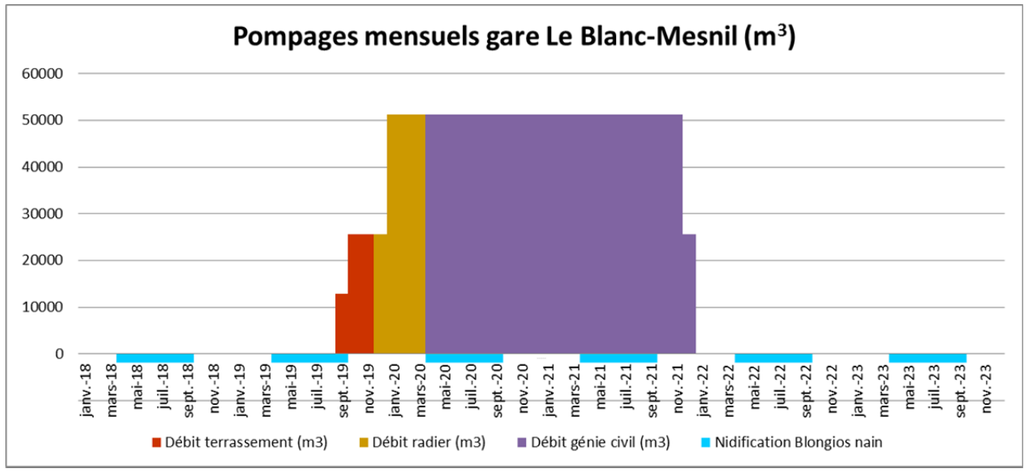


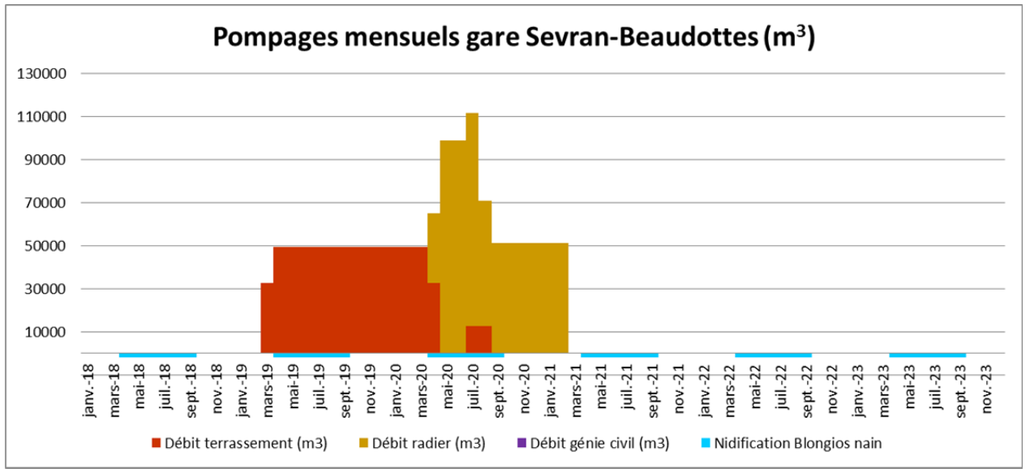


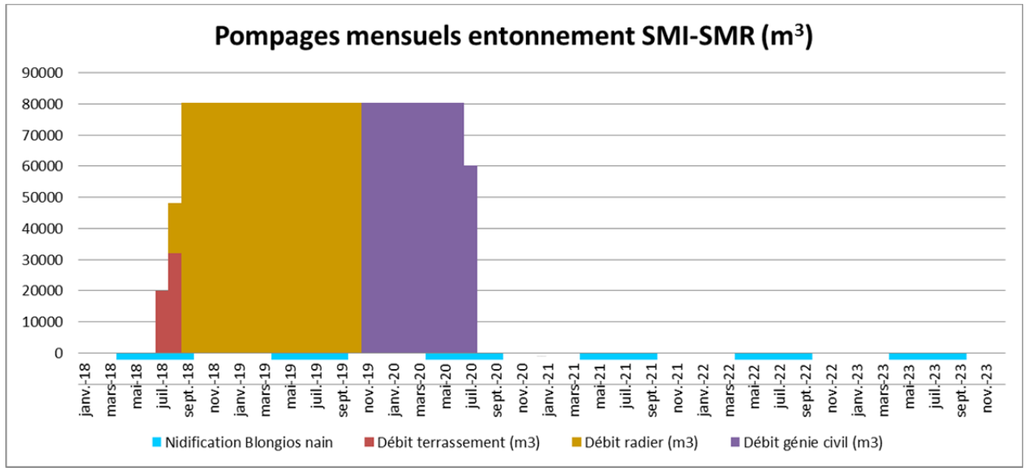












Pompages au cours de la phase travaux pour plusieurs ouvrages et puits d'attaque de tunneliers, proches des plans d'eau à enjeux des entités Natura 2000 des parcs Georges Valbon, du Sausset et de la Poudrerie (Egis, 2016)

Mesures de suivi et de réduction d'impact sur les espèces de la Directive « oiseaux » et leurs habitats

Comme exposé précédemment, l'impact du rabattement de nappe en phase travaux sur les espèces de la Directive « oiseaux » et leurs habitats apparaît non significatif en conditions pluviométriques normales pour les entités de la ZPS concernées par la zone d'effet (parc Georges Valbon et parc du Sausset), en contenant l'abaissement du niveau des plans d'eau à -20 cm entre mars et septembre et -35 cm le reste de l'année.

Cependant, en cas de sécheresse prolongée, cet abaissement des niveaux d'eau pourrait aggraver une situation défavorable aux espèces d'oiseaux de la Directive n°2009/147/CE du 30 novembre 2009, inféodées à ces étangs, à savoir le Blongios nain et le Butor étoilé.

Par ailleurs, une évaluation de ce type comporte toujours une part d'incertitude, et il convient d'assurer un impact résiduel nul au regard des enjeux relatifs au Blongios nain et au Butor étoilé sur les entités Natura 2000 du parc Georges Valbon et du parc du Sausset.

C'est pourquoi la Société du Grand Paris a prévu, dans une logique d'application raisonnée du principe de précaution, de mettre en œuvre des mesures de suivi et de réduction d'impact qui permettront d'éviter:

- toute perturbation dans le fonctionnement des plans d'eau des entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » ;
- toute atteinte aux espèces de la Directive « oiseaux » et à leurs habitats, en particulier le Blongios nain et le Butor étoilé, espèces présentant des enjeux de conservation importants.

A cette fin plusieurs dispositifs ont été étudiés ; ils sont exposés ci-après.

Mis en place d'une instance de suivi et de concertation

Une instance de concertation et de suivi sera mise en place entre la Société du Grand Paris et le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis afin de permettre le dialogue tout au long de la phase travaux du projet. Elle aura notamment pour objet d'évaluer les impacts sur les plans d'eau et les espèces d'oiseaux de la Directive n°2009/147/CE du 30 novembre 2009 inféodées à ces étangs.

Mise en place d'un suivi des niveaux de la nappe et des plans d'eau

L'installation d'un réseau de surveillance des niveaux de la nappe souterraine et des plans d'eau en relation avec la nappe sera mis en place avant le début des travaux , afin de disposer d'un état de référence avant le début des pompages pour comprendre les relations plans d'eau / nappe et pouvoir identifier un éventuel effet de rabattement dû aux travaux des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, mais également à d'autres grands projets d'infrastructure souterraine. Il concernera les étangs des Brouillards et du Vallon dans le parc Georges Valbon, et l'étang de Savigny et du Marais dans le parc du Sausset.

Ce réseau sera constitué :

- D'une part de piézomètres implantés dans la nappe superficielle au droit de chaque plan d'eau : un à environ 2 m de la berge du plan d'eau, un autre à 20/30 m du plan d'eau à son amont hydraulique ;
- D'autre part, d'échelles limnimétriques dans chaque plan d'eau pour permettre la mesure précise du niveau de l'eau.

Parallèlement une collecte des données pluviométriques sera réalisée auprès des stations de Météo-France.

Grâce à ce réseau, un suivi des fluctuations des niveaux de la nappe et des plans d'eau sera réalisé et mis en perspective avec les précipitations. Il permettra d'établir les corrélations entre les deux systèmes hydrauliques et de détecter les influences des grands travaux d'infrastructures souterrains.

Le suivi des niveaux sera réalisé dans le cadre d'une convention établie entre la Société du Grand Paris et le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis. Cette convention fixera les obligations des deux parties, notamment en matière :

- D'accomplissement des procédures administratives nécessaires ;
- De financement et de mise en place des installations de suivi des niveaux d'eau ;
- De réalisation des relevés de niveau d'eau ;
- D'analyse des données collectées ;
- De suivi des populations d'oiseaux inféodées aux étangs et de leurs habitats pendant la phase des travaux du projet ;
- De modalités de partage des résultats ;
- De déclenchement des mesures de soutien des niveaux des plans d'eau (mesures de réduction d'impact, cf. ci-après).

Le suivi des niveaux de la nappe et des plans d'eau sera réalisé selon le protocole suivant :

- Avant le démarrage des travaux des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, soit entre l'été 2016 et fin 2017, réalisation de relevés hebdomadaires des niveaux d'eau, avec analyse des hauteurs de précipitations pour l'établissement de l'état de référence ;
- Pendant les opérations de pompage liées aux travaux des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, soit entre début 2018 et mi-2022 :
  - Suivi hebdomadaire des niveaux pendant les premières semaines de pompages ;
  - Suivi journalier des niveaux en période de forts pompages ;
  - La fréquence du suivi pourra être réduite à un rythme mensuel en cas d'absence d'effet notable sur les niveaux des plans d'eau après trois mois de pompages ;
  - En cas d'abaissement des plans d'eau au-delà des fluctuations admises par le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis et les gestionnaires des parcs départementaux (-20 cm entre mars et septembre et -35 cm les autres mois ; hors phénomène climatique exceptionnel), déclenchement des mesures de soutien des niveaux des plans d'eau (cf. ci-après) ;
  - Le seuil de déclenchement des mesures de soutien des niveaux des plans d'eau pourra être revu et ajusté à la demande du Conseil départemental de Seine-Saint-Denis, en fonction de l'impact réel constaté sur la nidification du Blongios nain et sur ses habitats ;
- Après achèvement des opérations de pompage liées aux travaux des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, soit entre mi-2022 et début 2024, le suivi des niveaux d'eau sera maintenu pour étudier les conséquences éventuelles du projet après retour à une situation « normale ».

Ré-injection des eaux d'exhaure en nappe

La ré-injection des eaux d'exhaure en nappe permettrait de pallier l'effet de rabattement consécutif aux pompages, observé au droit des entités de la Zone de Protection Spéciale. Elle peut concerner tout ou partie des eaux d'exhaure d'un ouvrage en fonction du contexte.

La réinjection des eaux d'exhaure est une possibilité laissée aux entreprises de travaux ; sa réalisation effective dépendra des modalités techniques et économiques que les entreprises proposeront dans leur offre.

Elle ne pourra être confirmée qu'après prise en compte des risques associés, liés à la dissolution du gypse, dans le cadre d'une réflexion approfondie qui n'est pas aboutie à ce jour.

En fonction des résultats de ces études et de la décision finale prise par la Société du Grand Paris sur la ré-injection, un dossier de « porter à connaissance » sera produit si besoin et soumis à l'appréciation du Préfet en vue de compléter l'autorisation unique obtenue, selon les dispositions de l'article R.214-18 du code de l'environnement.

La Société du Grand Paris s'engage à communiquer au service de la Police de l'Eau, trois (3) mois avant la réalisation des travaux concernés (à savoir les opérations de réinjections en nappe) d'un porter-à-connaissance comprenant les éléments listés ci-dessous :

- Par ouvrage, la solution retenue pour le rejet des eaux d'exhaure ;
- Si la ré-injection est retenue, la nappe concernée et les modalités techniques proposées ;
- L'analyse des risques associés, notamment ceux liés à la dissolution du gypse ;
- Le suivi de la qualité des eaux souterraines mis en place ;
- L'estimation, par ouvrage, des volumes prélevés et ré-injectés."

Réduction du pompage en nappe pour l'alimentation des tunneliers

L'alimentation en eau des tunneliers par pompage dans la nappe a fait l'objet d'une hypothèse « sécuritaire » de 50 m^3/heure en phase de conception « avant-projet ». Dans la pratique, le volume pompé pourrait être plus faible au regard des retours d'expérience sur des chantiers similaires de creusement de tunnels de métro.

Une optimisation de ce volume de pompage sera donc recherchée en phase d'exécution afin d'évaluer les besoins au plus juste et de réduire autant que possible les pompages en nappe.

Par ailleurs, il sera aussi étudié des solutions alternatives d'alimentation en eau des tunneliers au niveau des puits d'attaque situés au plus proche des enjeux des entités Natura 2000. Deux modalités sont envisagées :

- Le recyclage des eaux d'exhaure (pompages de rabattement en fond de fouille, après traitement physico-chimique éventuel), en fonction de la disponibilité effective et constante de cette ressource durant la période de travail du tunnelier ;
- L'alimentation en eau des tunneliers à partir du réseau public d'adduction en eau potable.

Le recours à ces solutions alternatives pourra être partiel ou total selon les cas ; il sera analysé en fonction du contexte de chaque puits d'attaque de tunnelier et de la proximité des enjeux des entités Natura 2000. La réalisation effective de cette mesure dépendra des modalités techniques et économiques que les entreprises proposeront dans leur offre.

En fonction des résultats de ces études et de la décision finale prise par la Société du Grand Paris sur l'alimentation en eau des tunneliers, un dossier de « porter à connaissance » sera produit si besoin et soumis à l'appréciation du Préfet en vue de compléter l'autorisation unique obtenue, selon les dispositions de l'article R.214-18 du code de l'environnement.

Soutien des niveaux d'eau des étangs à enjeux des entités Natura 2000

En cas d'abaissement des niveaux d'eau des étangs au-delà des valeurs fixées par le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis et les gestionnaires des entités Natura 2000 (-20 cm entre mars et septembre et -35 cm les autres mois), il sera recouru à un soutien des niveaux d'eau, afin de maintenir des conditions hydriques compatibles avec les objectifs de gestion écologique de ces étangs et notamment la nidification du Blongios nain.

On rappelle que le soutien du niveau d'eau est une disposition déjà appliquée par le gestionnaire du Parc départemental du Sausset pour le plan d'eau du Marais : un pompage dans l'étang de Savigny et/ou dans la nappe est effectué lorsque le niveau du Marais devient trop bas au regard de ses objectifs de gestion écologique.

Le déclenchement de la mesure de ré-alimentation externe des étangs se fera dans le cadre de l'instance de suivi et de concertation prévue entre la Société du Grand Paris et le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis.

Cette mesure de soutien des niveaux d'eau présente plusieurs avantages:

- Efficacité, en agissant directement sur la zone impactée ;
- Modularité, en permettant une adaptation rapide du débit de soutien en fonction du besoin et de la variation réelle des niveaux ;
- Coût, comparativement à l'adaptation des dispositions constructives.

Les modalités du soutien de niveau des plans d'eau ont été étudiées en phase de conception « projet », selon plusieurs techniques :

- Création d'un nouveau forage profond spécifique dans les parcs ;
- Transfert d'eau d'exhaure, depuis les ouvrages vers les plans d'eau ;
  - par canalisation temporaire entre les points de pompage d'exhaure et les étangs ;
  - par camions citernes et canalisation temporaire en fin de trajet dans les parcs ;
- Branchement sur le réseau d'eau public (borne incendie) avec canalisation temporaire.

Le tableau en page suivante résume les avantages et inconvénients de ces solutions au regard de différents critères.

À l'issue de cette analyse, il est proposé le soutien hydrique du niveau des étangs depuis un pompage en nappe à partir d'un forage profond. Cette solution présente en effet de nombreux avantages :

- Elle constitue une mesure pérenne pour sécuriser le niveau des plans d'eau en cas de déficit hydrique important, au-delà des projets du Grand Paris Express, et apporte ainsi une plus-value aux gestionnaires des entités Natura 2000 par rapport aux autres techniques ;
- La qualité de l'eau injectée dans les étangs serait constante et a priori bonne ;
- La gestion de ce soutien hydrique se ferait de façon indépendante des aléas et contraintes de gestion des travaux de la ligne 16 ;
- Elle n'a pas d'incidence sur le cadre de vie et les usages en zone urbaine ;

- Elle évite l'utilisation d'eau potable du réseau public ;
- Elle présente un coût moindre que les autres techniques.

Techniques de soutien hydrique	Création d'un nouveau forage spécifique	Transfert d'eau d'exhaure, depuis les ouvrages par canalisation temporaire	Transfert d'eau d'exhaure, depuis les ouvrages par camions citernes	Branchement sur le réseau d'eau public
Description sommaire	Forage dans les sables de Cuise (70 m), à distance suffisante des plans d'eau pour ne pas occasionner de rabattement significatif de nappe au droit de ces étangs.	Mise en place de canalisations temporaires entre les points de pompage d'exhaure (gares, ouvrages annexes) et les étangs	Navettes de camions citernes entre les points de pompage d'exhaure (gares, ouvrages annexes) et les étangs ; canalisation temporaire en partie terminale dans les parcs.	Mise en place d'une canalisation temporaire entre des bornes incendie et les étangs
Impact sur les réseaux	Pas d'incidence	Réduction limitée des rejets d'eau d'exhaure dans le réseau pluvial	Réduction limitée des rejets d'eau d'exhaure dans le réseau pluvial	Utilisation d'eau potable pour un usage
Distance entre la source de réalimentation et les étangs	Faible	Importante (de 0,5 km à plusieurs km)	Importante (de 0,5 km à plusieurs km)	Moyenne
Qualité de l'eau injectée	Eau profonde sans risque de pollution	Eau chargée en MES à traiter et risque de pollution	Eau chargée en MES à traiter et risque de pollution	Eau potable
Insertion dans le tissu urbain	Pas d'incidence	Encombrement d'emprises publiques. Nécessité de traversée de voiries. Gêne aux usagers.	Trafic poids-lourds généré potentiellement important. Nuisances fortes : bruit, pollution de l'air.	Pas d'incidence
Mise en œuvre technique	Simple	Complexe	Moyenne	Moyenne
Efficacité	Utilisable aussi pour le projet de la ligne 17 Nord. Pérennité du dispositif au-delà de la phase travaux des lignes 16 et 17, pour la gestion des entités Natura 2000.	Temporaire, soutien limité à la période des pompages d'exhaure de la ligne 16	Temporaire, soutien limité à la période des pompages d'exhaure de la ligne 16	Temporaire
Modularité	Très bonne	Bonne	Bonne	Très bonne
Simplicité	Bonne	Faible	Faible	Bonne
Coût	+	+++	+++	++

Comparaison des solutions de soutien hydrique des étangs (Egis, 2016)

En fonction des résultats de ces études et de la décision finale prise par la Société du Grand Paris sur le soutien des niveaux d'eau des étangs, un dossier de « porter à connaissance » sera produit si besoin et soumis à l'appréciation du Préfet en vue de compléter l'autorisation unique obtenue, selon les dispositions de l'article R.214-18 du code de l'environnement. Les services de la police de l'eau seront informés de l'avancement de cette démarche en parallèle de la présente procédure d'autorisation unique.

Par ailleurs, conformément aux demandes des services instructeurs, un suivi de la qualité des eaux souterraines sera mis en place en préalable à toute procédure d'autorisation, afin de s'assurer que la qualité des eaux est compatible avec l'alimentation envisagée des étangs.

3.1.3.3. Dérangement des espèces de la Directive « oiseaux » durant les travaux

Evaluation de l'impact

La distance entre les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » et les sites de travaux du projet (émergences des gares, ouvrages annexes et ouvrages spéciaux) est suffisamment grande pour conclure à une incidence indirecte non significative, en terme de dérangement (bruit, vibrations, éclairage, poussières, mouvements de personnel et d'engins), occasionné par les travaux du projet sur le cycle de vie des espèces d'oiseaux ayant justifié le classement de ces sites en ZPS (reproduction / hivernage / migration ; alimentation / repos).

Par ailleurs, la présence de l'urbanisation et de grandes infrastructures de transport attenantes aux entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » est d'ores et déjà une réalité d'un point de vue des nuisances sonores, de la pollution lumineuse et de la pollution de l'air. Elles s'intercalent entre les futures emprises travaux du projet et les entités de la ZPS, ainsi que les enjeux particuliers que constituent les plans d'eau accueillant des espèces d'oiseaux emblématiques telles que le Blongios nain et le Butor étoilé.

C'est notamment le cas pour les entités suivantes :

- Parc départemental Georges Valbon : A1 et RN 301, respectivement en limites sud et ouest de l'entité ;
- Parc départemental du Sausset : RN 2, RN 370 et A 104, respectivement en limites sud, ouest et est de l'entité, ainsi que le RER B et la gare de Villepinte qui la scindent en deux ;
- Parc forestier de la Poudrerie et bois de la Tussion : urbanisation de Sevran, Livry-Gargan, Villepinte et Vaujours ;
- Promenade de la Dhuis et forêt régionale de Bondy : urbanisation de Clichy et de Montfermeil, avenue Jean Moulin / avenue de Clichy-sous-Bois longeant la forêt.

L'incidence des travaux sur le dérangement des espèces de la Directive « oiseaux » doit être replacé dans ce contexte initial.

Les distances « à vol d'oiseau » entre les emprises travaux du projet et les entités de la Zone de Protection Spéciale les plus proches sont présentées dans le tableau suivant, ainsi que l'évaluation de l'impact en termes de dérangement lié aux travaux.

La grille d'évaluation des impacts sur les espèces de la Directive « oiseaux » est basée sur des critères de distance et de conxtexte, selon les principes suivants :

- La réalisation des travaux des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord induira d'autant moins de dérangement pour les espèces d'oiseaux de la ZPS, qu'elle se déroulera dans un contexte déjà urbain et/ou soumis à des nuisances importantes (bruit, etc.).
- Le dérangement sera d'autant plus faible que la distance entre la source de perturbation (chantier) sera éloignée des entités du site Natura 2000

	Critère de distance des emprises travaux			
Critères de contexte	**>1 km**	**1 km > > 300 m**	**300 m > > 50 m**	**< 50 m**
Contexte naturel sans nuisances préexistantes	Absence d'impact	Impact non significatif	Impact faible	Impact fort
Absence d'habitats des espèces de la Directive « oiseaux »	Absence d'impact	Absence d'impact	Absence d'impact	Absence d'impact
Insertion dans un contexte urbain	Absence d'impact	Impact non significatif	Impact non significatif	Impact faible
Existence d'infrastructures de transports proches	Absence d'impact	Impact non significatif	Impact non significatif	Impact faible

Critères de hiérarchisation de l'impact dû au dérangement en phase travaux

Entités de la ZPS	Emprises travaux les plus proches et distance au périmètre de l'entité	Emprise travaux les plus proches et distance aux enjeux particuliers pour les espèces de la directive « oiseaux »	Evaluation de l'impact en terme de dérangement des espèces de la directive « oiseaux »
Parc départemental Georges Valbon	Gare La Courneuve « Six Routes » : 400 m OA 3401P - Av de la République : 375 m	Entonnement Ouest - 0100P - Rue de Verdun : 1,7 km de l'étang du Vallon et 2,2 km de l'étang des Brouillards. Gare Le Bourget RER : 1,9 km de l'étang du Vallon et 2,4 km de l'étang des Brouillards	Impact non significatif par la distance et par l'urbanisation et les infrastructures de transports intercalées
Parc départemental du Sausset	OA 0302P - Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy : 275 m	OA 0302P - Carrefour Av de Savigny / Rue C. Debussy : 330 m de l'étang de Savigny et 470 m du Marais	Impact non significatif par la distance et par l'urbanisation et les infrastructures de transports intercalées
Parc forestier de la Poudrerie et bois de la Tussion	Gare Sevran-Livry : 375 m	Gare Sevran-Livry : 930 m de la Mare en croissant (plan d'eau ouest), 1,1 km de la Mare au Martin-pêcheur (plan d'eau sud), et 1,2 km de la Mare à l'ilot (plan d'eau est)	Impact non significatif par la distance et par l'urbanisation intercalée
Forêt régionale de Bondy	Gare Clichy-Montfermeil : 10 m depuis la voie d'accès chantier. OA 0504P - Allée de Gagny : 275 m	Gare Clichy-Montfermeil : 690 m des étangs depuis la voie d'accès chantier	Impact faible au regard du contexte urbain et de la voirie routière limitrophe de la forêt
Promenade de la Dhuis	Gare Clichy-Montfermeil : 0 m (emprise travaux sur l'entité)	Sans objet	Pas d'impact au regard de l'absence d'habitats des espèces de la Directive « oiseaux » et du contexte urbain
Parc départemental de la Fosse Maussoin	Gare Clichy-Montfermeil : 1 km OA 0504P - Allée de Gagny : 880 m	Sans objet	Impact non significatif par la distance et par l'urbanisation intercalée
Parc départemental de la Haute-Ile	OA 0703P - Rd-pt du Bel Air : 750 m	OA 0703P - Rd-pt du Bel Air : 830 m des plans d'eau	Impact non significatif par la distance et par l'urbanisation intercalée

Distances des emprises travaux aux entités de la ZPS et évaluation de l'impact lié dû au dérangement

Globalement, l'impact de dérangement lié aux travaux pour les espèces de la Directive « oiseaux » est non significatif, hormis pour ce qui concerne l'entité Forêt régionale de Bondy avec un impact faible.

Compte-tenu des caractéristiques de ce site qui offre une superficie importante et une localisation des espèces d'oiseaux de la Directive plutôt à l'est du massif forestier (Pic mar, Pic noir, Bondrée apivore, Blongios nain, Martin-pêcheur d'Europe), l'impact final est négligeable.

Mesures mises en œuvre

Compte-tenu de la faiblesse de l'impact, il n'apparaît pas nécessaire de mettre en œuvre des mesures de réduction d'impact spécifiques en faveur des espèces de la Directive « oiseaux ».

Il est à noter que les mesures générales d'évitement et de réduction d'impact mises en œuvre durant le chantier pour les espèces de faune, de flore et leurs habitats, dans le cadre du Management environnemental de chantier, seront bénéfiques aux espèces de la ZPS. Elles sont rappelées brièvement ici (pour plus de détails, se reporter au chapitre V-9 du présent volet E) :

- Adaptation du calendrier de début des travaux à la sensibilité des espèces présentes ;
- Optimisation / limitation de l'éclairage des chantiers ;
- Limitation des nuisances sonores ;
- Limitation des envols de poussières.

3.1.3.4. Dérangement des espèces par augmentation de la fréquentation en phase exploitation

En phase exploitation des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord du Grand Paris Express, le dérangement potentiel des espèces de la Directive « oiseaux » du fait de la présence d'une gare nouvelle à proximité immédiate d'entités de la ZPS doit être analysé.

L'existence d'une gare induisant une fréquentation nouvelle à ses abords peut induire différents effets : pollution lumineuse, diminution des zones de « calme », augmentation de la fréquentation par le public des espaces naturels à des fins de déplacement ou récréatives.

En facilitant l'accès des espaces jusque-là peu accessibles en transport en commun ou en en renforçant l'accessibilité, le projet de métro du Grand Paris Express peut avoir une incidence indirecte sur la fréquentation humaine. Cette dernière se décompose en deux catégories :

- la fréquentation dite de « proximité », fréquentation journalière par les riverains ;
- celle « de fin de semaine », qui est liée aux pratiques de loisirs réalisées le weekend. Ce phénomène est exacerbé par le fait que le département de Seine-Saint-Denis souffre d'un déficit d'espaces verts.

Les données de fréquentation du Parc Georges Valbon, du Parc du Sausset, de la Forêt de Bondy et du Parc forestier de la Poudrerie ont été analysées et mises en perspective avec les estimations de flux voyageurs fournies par la Société du Grand Paris.

La fréquentation de « proximité »

En semaine, les parcs sont principalement fréquentés par les riverains, qui viennent à pied, en vélo ou en voiture afin de profiter des aménagements (caniparcs, aires de jeux, parcours santé, pelouses…). Les visites sont assez courtes et les transports en commun peu utilisés.

Lorsque le parc se situe dans un tissu urbain, les riverains peuvent le traverser quotidiennement : soit dans le but de gagner du temps sur un temps de parcours, soit pour profiter d'un cadre plus agréable de marche tout en ayant un temps de trajet inchangé. L'augmentation de la fréquentation de « proximité » des entités correspondrait donc principalement à un afflux supplémentaire de riverains pour un accès quotidien aux transports en commun.

Au-delà de 15 minutes de marche, correspondant à environ 1 km, l'usage du vélo, des transports en commun ou de la voiture est favorisé. Dans la même logique, on estime qu'au-delà de 15 minutes de vélo, correspondant en moyenne à 3,5 km, la gare n'est plus attractive. Il faut cependant nuancer la distance accessible en 15 min en vélo car il existe bon nombre d'infrastructures de transport de type autoroute, nationale et voie de chemin de fer en Seine-Saint-Denis, ce qui contraint fortement les itinéraires cyclistes, d'où l'accessibilité théorique. Il faut également souligner que, malgré les développements récents, le vélo en banlieue parisienne reste un mode de transport marginal.

Par ailleurs, il convient de mentionner que la plupart des parcs de Seine-Saint-Denis ont des horaires d'ouverture, qui ne coïncident pas spécifiquement avec l'heure de pointe du matin.

En prenant en compte ces éléments, il semble donc que **seule la promenade de la Dhuis,** libre d'accès, puisse être impactée par une **augmentation de l'affluence en semaine**, au droit de la gare Clichy-Montfermeil, et hors forêt de Bondy. Cette entité ayant un enjeu écologique faible, la création de la gare Clichy-Montfermeil aura donc **peu d'incidence** sur cette entité et les espèces de la Directive « oiseaux ».

La fréquentation de fin de semaine

La fréquentation « de fin de semaine » s'effectue souvent en famille ou en groupes. Les parcs proposant une diversité d'activités, que seule une grande superficie autorise, ont un attrait plus important pour les sorties du week-end. Le temps de déplacement en transport (voiture, transport en commun) pour rejoindre l'espace vert peut être plus long car le temps passé y est plus important. Lorsque le parc est éloigné d'une gare, les transports en commun sont peu utilisés pour s'y rendre et la voiture particulière est préférée.

Les données existantes concernant la fréquentation des entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » ne sont pas homogènes, la gestion de ces parcs étant partagée entre l'Agence des Espaces Verts (Forêt de Bondy, Parc de la Poudrerie, Promenade de la Dhuis) et le Département de Seine-Saint-Denis.

Une étude commanditée par le Département de Seine-Saint-Denis a été réalisée par le bureau d'étude SINEQUA (2010) sur le parc du Sausset, le parc Georges Valbon, le parc de l'Ile Saint Denis et le parc Jean Moulin-Les Guilands. Un point important ressort de cette étude : la majorité des visiteurs de ces parcs (près de 90 %) habite en Seine-Saint-Denis.

Pour les autres entités, des données ponctuelles sont présentes dans des rapports ou plans de gestion.

La fréquentation du Parc de la Haute-Ile

Compte tenu des localisations des gares du métro du Grand Paris Express au droit du Parc de la Haute-Ile (Chelles et Noisy-Champs), il semble peu probable que la fréquentation de cette entité augmente du fait de la venue du métro. L'accessibilité de ce parc se trouvera effectivement inchangée puisque les visiteurs souhaitant s'y rendre en transport en commun devront emprunter un bus aux gares RER.

La fréquentation de la Promenade de la Dhuis

La promenade de la Dhuis est une entité linéaire qui traverse douze communes de Seine-Saint-Denis et Seine-et-Marne. Elle déjà l'objet d'une fréquentation « de fin de semaine » liée à son aménagement par l'Agence des Espaces Verts en axe de randonnée piétons-cycles ; les principaux points d'accès identifiés sont aujourd'hui :

- En transports en commun, depuis la gare RER « Le Raincy » (RER E) ou depuis la gare « Lagny - Thorigny-sur-Marne » (transilien P) ;
- En voiture, à Dampmart, à Thorigny-sur-Marne, à Coubron et au Pin.

Selon le Document d'Objectifs Natura 2000 des entités « Forêt régionale de Bondy et promenade de la Dhuis », la fréquentation est jugée « forte », pour une valeur patrimoniale faible et des enjeux écologiques faibles.

La future gare Clichy-Montfermeil sera contiguë à la promenade de la Dhuis, insérée dans un tissu urbain dense au droit de cet ouvrage. Elle ajoutera un point d'accès supplémentaire en transports en commun, sans constituer une réelle ouverture au public nouvelle. En effet la Promenade de la Dhuis est déjà accessible depuis Clichy et Montfermeil par l'espace urbain et son aménagement en espace vert à ce niveau.

On pourra ainsi assister à une « translation » de fréquentation des randonneurs le long de cette entité linéaire, liée à une opportunité d'accès depuis la gare Clichy-Montfermeil. Toutefois, dans le contexte actuel d'une fréquentation déjà forte, une augmentation notable de fréquentation sur n'est pas à craindre, et n'aura pas d'incidence sur l'entité « Promenade de la Dhuis » et les espèces de la Directive « oiseaux » du site Natura 2000.

La fréquentation du Parc Georges Valbon

Le parc Georges Valbon est la plus grande entité de la ZPS ; il accueille environ 2 120 000 visiteurs par an, ce qui en fait le parc le plus fréquenté du département.

Le nombre de visiteurs au sein du parc est le plus élevé durant les mois de mai et juin, même s'il varie légèrement d'une année à l'autre, probablement à cause des conditions météorologiques. Il faut cependant mettre en relation ces chiffres avec les informations extraites du Document d'Objectifs qui localise les zones les plus fréquentées du parc.

Il s'avère que les secteurs les plus fréquentés par l'activité humaine ne sont pas utilisés par le Blongios nain et la Pie-grièche écorcheur. Seuls les abords du Grand lac qui connaissent une forte fréquentation peuvent être en interaction, notamment pour le Blongios nain qui l'utilise comme territoire de chasse.

Le Butor étoilé est quant à lui présent sur l'entité à une période de l'année où le nombre de visiteurs est le plus faible ; le potentiel de dérangement est donc plus limité.

L'implantation de la future gare La Courneuve « Six-Routes » se trouve à l'extrême opposé de ces zones, en interconnexion avec le tramway T1. On peut donc considérer que **le projet n'aura pas d'incidence en terme d'augmentation de la fréquentation de Parc Georges Valbon le week-end**.

La fréquentation du Parc du Sausset

Le parc du Sausset est un des parcs majeurs du département en termes d'attractivité ; il accueille environ 912 000 visiteurs par an, avec des pics entre mai et août.

La zone de nidification du Blongios nain (Marais) est cependant fermée au public. Néanmoins, selon le Document d'objectifs, la fréquentation aux abords du Marais est moyenne à forte, due en partie à la présence d'un parking et d'une aire de jeux à proximité. On note la proximité d'une terrasse surplombant le Marais, permettant l'observation du milieu et des oiseaux présents.

La future gare Sevran-Beaudottes sera en interconnexion avec la gare du RER B existante. Par ailleurs, le parc du Sausset est déjà très facilement accessible en transport en commun, de par la présence de la gare Villepinte du RER B en son centre. On peut donc considérer que **l'implantation de la gare Sevran-Beaudottes n'aura pas d'incidence significative sur la fréquentation du parc du Sausset en fin de semaine**.

La fréquentation du Parc forestier de la Poudrerie

Le parc forestier de la Poudrerie accueille environ 1 million de visiteurs par an. La fréquentation est forte sur une très grande partie de la forêt. Il est inséré dans un tissu urbain dense qui favorise la fréquentation de « proximité » et est traversé par la ligne B du RER.

La future gare Sevran-Livry sera en interconnexion avec la gare du RER B existante. L'accessibilité du site ne sera donc pas accrue et on peut considérer que **l'implantation de la gare Sevran-Beaudottes du GPE n'aura pas d'incidence sur la fréquentation du Parc forestier de la Poudrerie.**

La fréquentation de la forêt régionale de Bondy

La fréquentation de la forêt de Bondy est supérieure à 1 million de visites par an, avec des pics de fréquentation durant les mois de mai, juin, septembre et octobre. Cela en fait l'une des forêts franciliennes les plus fréquentées. Elle est principalement utilisée par des habitants du voisinage (moins de 5 km) venant surtout à pied (31 %), et de plus en plus en véhicule individuel (65 %). La forêt est bien desservie par le réseau routier ; cependant du fait de l'urbanisation dense, les temps de déplacement deviennent rapidement assez longs, ce qui limite son attractivité. Seul 2 % des visiteurs utilisent les transports en commun pour y accéder. Le week-end, la zone drainée par la forêt de Bondy représentait, au début des années 90, environ 375 000 personnes (ONF, 1992). Les estimations actuelles font état de 10 000 visiteurs/jour en mai et juin, soit 300 000 visiteurs en saison (P. Martin, com. Pers.).

La fréquentation est plus importante à l'ouest de la forêt régionale de Bondy. Les promeneurs choisissent préférentiellement la proximité des pelouses, des aires de jeux et des terrains sportifs. Les plans d'eau sont également un attrait à la ballade. Les zones à fort enjeu écologique,

que sont les zones de nidification des Pics, sont actuellement peu ou pas fréquentées ; de plus une partie est fermée au public.

La création de la gare Clichy-Montfermeil permettra d'augmenter l'aire d'attraction de la forêt de Bondy ; le projet pourrait accroitre le nombre de visiteurs. Cependant, du fait de la superficie de la forêt de Bondy et de sa forte fréquentation, elle est soumise à la concurrence de forêts plus éloignées, mais beaucoup plus grandes (Montmorency, Ferrières, Notre Dame, Sénart, voire Fontainebleau). La présence de différents sentiers de randonnée pédestre accessibles à partir de la future gare Clichy-Montfermeil par le sentier de la Dhuis pourrait augmenter la fréquentation des zones à enjeux.

Afin de limiter les incidences potentielles, le schéma de mobilité, les dispositifs de rabattement et de transport de surface devront prendre compte la problématique de la fréquentation et des dérangements potentiels sur les espèces d'intérêt communautaire.

Synthèse des incidences envisageables en termes de fréquentation en phase exploitation

Le tableau suivant fait la synthèse des incidences envisageables en termes de fréquentation en phase exploitation.

Entités du site Natura 2000	Dérangement des espèces par augmentation de la fréquentation	Mesures mises en œuvre
Promenade de la Dhuis	**Pas d'incidence notable.** Cette entité fait déjà l'objet d'une fréquentation de proximité par son traitement en espace vert urbain au droit de Clichy et Montfermeil, et de fin de semaine par son aménagement en axe de randonnée piétons-cycles. Ajout d'un point d'accès supplémentaire en transports en commun, sans constituer une réelle ouverture au public nouvelle. Au droit de la future de gare Clichy-Montfermeil, espace vert urbain ne présentant pas d'enjeu pour les espèces d'oiseaux de la ZPS et leurs habitats.	Néant
Parc départemental Georges Valbon	**Pas d'incidence**. Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun. Gare à l'opposé des secteurs à enjeux	Néant
Parc départemental du Sausset	**Pas d'incidence**. Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun.	Néant
Parc forestier de la Poudrerie	**Pas d'incidence.** Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun.	Néant
Forêt régionale de Bondy	**Incidence potentielle**. Gare à 250 m de l'entrée de la forêt - aménagement de surface.	Schéma de mobilité
Parc départemental de la Haute Ile	**Pas d'incidence**. Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun.	Néant

Synthèse des incidences en termes de fréquentation des entités Natura 2000 en phase exploitation

Mesures mises en œuvre

Il s'agit de mettre en place un dispositif de rabattement au niveau de la gare Clichy-Montfermeil du GPE, prenant en compte la proximité de la forêt régionale de Bondy, en vue de limiter les fréquentations induites et les nuisances associées.

Les réseaux ferrés jouent un rôle majeur dans l'accessibilité régionale. Ils ne peuvent cependant couvrir l'ensemble du territoire et, dès lors que l'on s'éloigne de Paris, les utilisateurs sont conduits, en raison de leur éloignement des gares, à recourir à d'autres modes de transport pour accéder aux gares.

Dans 80% des cas, on se rend à pied aux gares et aux stations de métro ou de tramway. Lorsqu'on ne se rend pas à pied à la gare, on utilisera essentiellement voiture ou autobus en fonction de leur commodité respective d'usage, c'est à dire de l'existence de facilités de stationnement et de lignes d'autobus aux tracés et aux horaires adaptés. Le rabattement en deux-roues reste extrêmement faible : 0,2 % en vélo en petite couronne et 0,6 % en vélo en grande couronne. Quant à l'usage des motos, cyclomoteurs et scooters, il est négligeable.

Les distances moyennes de rabattement en voiture sont relativement courtes (de l'ordre de 3 km) ce qui suggère un départ de la commune où se situe la gare ou d'une commune voisine. Elles sont légèrement plus longues lorsqu'on se déplace à partir de la grande couronne qu'en partant de la petite couronne.

Ainsi, au vu de ces éléments, la localisation des parcs-relais (voiture / bus / tramway / métro) ainsi que les voies d'accès à ces sites, seront conçus pour limiter les nuisances et l'augmentation induite de la fréquentation de la forêt régionale de Bondy, imputables à la nouvelle offre de transport offerte par la gare Clichy-Montfermeil du GPE.

3.1.3.5. Pollution des habitats d'espèces en phase chantier

Evaluation de l'impact

Il s'agit du risque potentiel de pollution, accidentelle et/ou chronique, par des produits toxiques, des hydrocarbures ou des matières en suspension dans les eaux de ruissellement ou les cours d'eau, de l'accumulation de poussières sur les habitats naturels et les habitats d'espèces.

Ce risque d'effet est très limité considérant l'éloignement des sites de travaux par rapport aux entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » (cf. *supra* chapitre 3.1.3.3). En effet, comme nous l'avons vu précédemment, il n'existe une réelle proximité des emprises travaux avec les entités de la ZPS que pour la promenade de la Dhuis et la forêt régionale de Bondy :

- Utilisation de la promenade de la Dhuis lors de certaines phases des travaux de la gare Clichy-Montfermeil : emprise travaux, puis accès chantier depuis l'avenue de Clichy-sous-Bois ;
- Proximité de la forêt régionale de Bondy des itinéraires d'accès chantier de la gare Clichy-Montfermeil

Mesures mises en œuvre

Il n'apparaît pas nécessaire de mettre en œuvre des mesures de réduction d'impact spécifiques en faveur des espèces de la Directive « oiseaux » et de leurs habitats, autres que celles prévues au titre de la protection des eaux superficielles et souterraines vis-à-vis des risques de pollution en phase chantier. Ces dernières sont rappelées ici :

La mesure d'évitement vis-à-vis du risque de dégradation des habitats consiste à la mise en place d'un management environnemental de chantier, avec notamment les dispositions d'évitement suivantes :

- Mise en place d'aires étanches pour le lavage des engins, équipées d'un dispositif décanteur-déshuileur avant rejet ;
- Mise en œuvre de systèmes sécurisés (de type bacs de rétention étanches) pour le stockage de produits polluants (hydrocarbures, huiles, adjuvants à béton, liants hydrauliques…) et groupes électrogènes à placer sur des bacs étanches abrités de la pluie ;
- Le cas échéant : mise en place d'aires étanches pour le lavage des toupies à béton et recueil vers dispositif spécifique assurant décantation, correction du pH et déshuilage ;
- Réalisation d'un tri et évacuation des déchets vers des filières adaptées.

Les dispositions de réduction vis-à-vis du risque de pollution, incluses dans le Management Environnemental de Chantier sont les suivantes :

- Mise en œuvre d'un dispositif de traitement spécifique des eaux d'exhaure et des eaux de ruissellement. Le traitement permettra d'isoler les matières en suspension, corriger le pH, et déshuiler avant rejet. Le point de rejet des eaux d'exhaure sera précisé sur les plans d'installation de chantier ;
- Mise en œuvre d'un système global d'assainissement provisoire des ruissellements notamment pour les aires de stockage de matériaux ;
- Établissement et application d'un Schéma d'Intervention de chantier en cas de pollution accidentelle.

Enfin, les mesures d'accompagnement, incluses dans le Management Environnemental de Chantier sont les suivantes :

- Suivi qualitatif (notamment pour les hydrocarbures et les MES) des eaux issues des rejets des installations de chantier;
- Optimisation de la consommation d'eau.

Suite à la mise en place de l'ensemble de ces dispositifs**, les incidences par pollution des habitats des espèces d'oiseaux ayant justifié la désignation de la ZPS, du fait des activités de chantier, seront non significatives**.

3.2. Mesures d'évitement et mesures de réduction d'impact génériques mises en œuvre pour la réalisation du projet

Le site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », de par sa configuration et sa localisation en zone péri-urbaine, est un site original et unique. La mosaïque de milieux présente sur les entités de ce site, et notamment les plans d'eau et leurs milieux associés qui ont joué un rôle central dans le classement, constituent des habitats favorables à la reproduction et à l'hivernage d'espèces d'intérêt communautaire, ayant permis la désignation du site.

L'évaluation stratégique environnementale du métro du Grand Paris Express, menée en 2009-2010 par la Société du Grand Paris, avait identifié le besoin d'évaluer les incidences du projet sur ce site Natura 2000 et avait fourni une pré-analyse. Deux points de vigilance avaient été mis en avant : l'incidence du métro sur le réseau hydrique, et particulièrement sur le maintien des niveaux d'eau, l'un des déterminants de la qualité écologique de ces milieux, et la possible augmentation de la fréquentation liée à l'implantation d'une gare à proximité immédiate d'une entité du site Natura 2000.

C'est pourquoi la Société du Grand Paris a porté une attention particulière aux incidences sur le site Natura 2000 « Sites de Seine-Saint-Denis », tout au long des études préliminaires et d'avant-projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord. Elle s'est traduite par l'application de la démarche Éviter / Réduire / Compenser, mise en œuvre par la Société du Grand Paris dès le début de la conception du projet. Les points les plus saillants en sont rappelés ici :

- Réalisation d'un projet entièrement souterrain (à l'exception des ouvrages émergents gares et ouvrages annexes), permettant d'éviter ou limiter les interfaces avec les entités de la ZPS ;
- Choix d'un tracé permettant d'écarter le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, notamment ses ouvrages émergents, des entités du site Natura 2000 (à l'exception de la Promenade de la Dhuis dont le croisement était inévitable, mais dans une section urbaine sans enjeu particulier pour les espèces de la Directive « oiseaux » et leurs habitats) ;
- Creusement du tunnel avec la technique du tunnelier qui permet de s'affranchir de pompages de rabattement de nappe et assure l'étanchéité de l'ouvrage au fur et à mesure de sa construction ;
- Recours systématique à la méthode des parois moulées pour la réalisation des gares et des ouvrages annexes. Elle permet d'éviter les pompages de rabattement général de la nappe lors de leur réalisation et les circulations horizontales d'eau entre l'extérieur et l'intérieur de la « boîte » des ouvrages souterrains pendant la phase travaux. Des pompages de rabattement en fond de fouille ne sont ainsi nécessaires que pour la phase de terrassement à l'intérieur des parois moulées pour les ouvrages annexes et pour la phase de terrassement et la phase de réalisation du génie civil pour les gares ;
- Dispositions constructives des ouvrages permettant de réduire les besoins de pompages en fond de fouille, telles que les fiches hydrauliques (prolongement de la paroi moulée jusqu'à un horizon plus profond moins perméable), les jupes et/ou bouchons injectés (réduction de la perméabilité par injection d'un mélange de bentonite-ciment), qui permettent de réduire les arrivées d'eau en fond de fouille, et ainsi de diminuer les besoins en pompage.

3.3. Mesures de suivi de chantier des plans d'eau de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »

Le responsable environnement de l'entreprise titulaire des travaux sera accompagné d'un écologue à l'occasion de plusieurs réunions d'information, qui seront organisées au début de la phase de travaux avec les équipes du chantier afin de présenter et de localiser les mesures. L'écologue assurera un conseil au maître d'œuvre et au maître d'ouvrage par rapport aux rabattements de nappes proposées, aux périodes d'intervention et aux secteurs les plus sensibles.

L'installation d'un réseau de surveillance des eaux souterraines, avant les travaux pour établir un état de référence, constitué de piézomètres, sera réalisée pour suivre les fluctuations des niveaux de la nappe et les niveaux des lames d'eau des étangs des entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ». Un suivi des hauteurs d'eau sera réalisé régulièrement lors des opérations de pompage. Un tel suivi est déjà en cours concernant les mêmes étangs, dans le cadre des travaux du projet de Tangentielle Légère Nord.

Grâce à ce réseau, un suivi des fluctuations des niveaux de la nappe et des plans d'eau sera réalisé et mis en perspective avec les précipitations. Il permettra d'établir les corrélations entre les niveaux de la nappe alluviale et ceux des plans d'eau concernés:

- En situation de référence, pendant environ une année (de fin 2016 à fin 2017) avant le début des pompages ;
- Puis en phase travaux, pendant les pompages d'exhaure (de début 2018 à mi 2022) ;
- Et en début de période d'exploitation, après la fin de travaux (retour à la situation normale, de fin 2022 à la mise en service du projet).

Le protocole de suivi envisagé, en accord avec les gestionnaires des parcs, sera le suivant :

- Suivi automatisé des niveaux des piézomètres. Les tournées relatives aux piézomètres (opérations de récupération des données des enregistreurs + mesures de contrôle) seront réalisées à une fréquence :
  - Mensuelle, avant le démarrage des travaux, soit entre fin 2016 et fin 2017, pour l'établissement de l'état initial ;
  - Hebdomadaire, sur la période potentiellement la plus sensible allant du début des opérations de pompage liées aux travaux, jusqu'à deux mois après l'arrêt des pompages, soit entre début 2018 et mi-2022 + 2 mois.
  - Mensuelle, deux mois après l'achèvement des opérations de pompage liées aux travaux, soit entre mi-2022 + 2 mois et début 2024. Le suivi des niveaux d'eau sera donc maintenu sur environ 5 trimestres pour étudier les éventuels effets du projet après retour à une situation « normale ».
- Suivi manuel des niveaux des plans d'eau réalisé journellement à partir de la lecture des échelles limnimétriques par les éco-gardes des parcs Georges Valbon et du Sausset. Cette solution permettra une surveillance quotidienne des niveaux et une alerte rapide en cas de baisse anormale détectée.

Le seuil de déclenchement des mesures de soutien des niveaux des plans d'eau pourra être revu et ajusté à la demande du Conseil départemental de Seine-Saint-Denis, en fonction de l'impact réel constaté sur la nidification du Blongios nain et sur ses habitats.

3.4. Incidences résiduelles du projet sur le site Natura 2000 évalué

3.4.1. Temporalité et dimensionnement de l'incidence potentielle des rabattements de nappe

L'incidence du rabattement de nappe, évaluée comme non significative en conditions pluviométriques normales, mais aussi en cas d'aléa climatique (déficit pluviométrique prolongé) grâce à la mise en œuvre de mesures de réduction d'impact, est temporaire. Le rabattement est réversible : à l'arrêt du pompage, la nappe remonte et reprend son niveau piézométrique d'origine (à conditions hydrologiques identiques).

3.4.2. Incidence non significative de l'effet barrage

La réalisation de l'infrastructure n'est pas susceptible de créer une perturbation des écoulements souterrains au niveau des entités Natura 2000. Comme on l'a vu, l'effet barrage associé à la présence permanente des ouvrages souterrains est très faible.

3.5. Analyse des incidences cumulées avec d'autres projets

3.5.1. Rappel règlementaire

L'article L.414-4 du code de l'environnement définit le principe de l'évaluation des incidences Natura 2000 et fait référence aux effets cumulés que peut entraîner un projet :

« *I. - Lorsqu'ils sont susceptibles d'affecter de manière significative un site Natura 2000, individuellement ou en raison de leurs* ***effets cumulés****, doivent faire l'objet d'une évaluation de leurs incidences au regard des objectifs de conservation du site, dénommée ci-après « Evaluation des incidences Natura 2000 » :*

1°) Les documents de planification qui, sans autoriser par eux-mêmes la réalisation d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations, sont applicables à leur réalisation ;

2°) Les programmes ou projets d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations ;

3°) Les manifestations et interventions dans le milieu naturel ou le paysage... ».

L'article R.414-23 du code de l'environnement précise que l'évaluation des incidences Natura 2000 doit être proportionnée à l'importance du document ou de l'opération et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence. Il fait aussi référence dans son II à la notion d'effets cumulés :

« *Dans l'hypothèse où un ou plusieurs sites Natura 2000 sont susceptibles d'être affectés, le dossier comprend également une analyse des effets temporaires ou permanents, directs ou indirects, que le document de planification, le programme ou le projet, la manifestation ou l'intervention peut avoir, individuellement ou en raison de ses* ***effets cumulés*** *avec d'autres documents de planification, ou d'autres programmes, projets, manifestations ou interventions dont est responsable l'autorité chargée d'approuver le document de planification, le maître d'ouvrage, le pétitionnaire ou l'organisateur, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites* ».

3.5.2. Prise en compte des autres projets pour l'analyse des incidences cumulées

<u>Avertissement</u> : l'analyse des effets cumulés du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord du Grand Paris Express avec d'autres projets connus fait l'objet d'un chapitre spécifique de l'étude d'impact (cf. chapitre IX du volet E / partie E4), conformément au 4° du II de l'article R.122-5 du code de l'environnement. Il s'agit d'une analyse plus globale que la présente évaluation limitée aux incidences cumulées sur Natura 2000.

Les projets à prendre en compte pour l'analyse des incidences cumulées sont ceux qui peuvent générer des effets s'ajoutant à ceux identifiés pour les lignes16, 17 Sud et 14 Nord.

L'analyse des incidences conduite plus haut pour les lignes16, 17 Sud et 14 Nord a identifié et évalué principalement les types d'effets suivants :

- Effet d'emprise temporaire sur la Promenade de la Dhuis en phase chantier ;
- Effet barrage des ouvrages souterrains en phase exploitation ;
- Effet de rabattement de nappe lié aux pompages en fond de fouille et pour l'alimentation des tunneliers au niveau des puits d'attaque en phase chantier ;
- Effet de dérangement des espèces lié à la fréquentation induite en phase exploitation par l'offre de nouvelles gares ;
- Effet de dérangement des espèces en phase chantier ;
- Pollution des habitats d'espèces en phase chantier.

Au regard de ces types d'incidences et de l'évaluation réalisée, les autres projets à considérer pour l'analyse des incidences cumulées sont les projets de grandes infrastructures aux abords des entités de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis » et susceptibles d'une réalisation concomitante. Sont ainsi sélectionnés :

- Ligne 17 Nord du métro du Grand Paris Express, tronçon Le Bourget RER - Le Mesnil-Amelot (maîtrise d'ouvrage SGP) ;
- Ligne 15 Sud du métro du Grand Paris Express, tronçon Pont de Sèvres - Noisy-Champs (maîtrise d'ouvrage SGP) ;
- Prolongement à l'ouest du RER E (EOLE), de Saint-Lazare au CNIT de la Défense (maîtrise d'ouvrage SNCF Réseau) ;
- La nouvelle branche du Tramway T4 de Bondy à Montfermeil.

3.5.3. Analyse des incidences cumulées

3.5.3.1. Incidences cumulées relatives à l'effet d'emprise sur la Promenade de la Dhuis en phase chantier

Au niveau de la gare Clichy-Montfermeil, le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord se trouve en interface avec le projet de la nouvelle branche du Tramway T4 de Bondy à Montfermeil. Il desservira la station Clichy-Montfermeil, qui sera en correspondance avec la future gare du métro du Grand Paris Express, située au cœur du projet de renouvellement urbain de Clichy-sous-Bois et Montfermeil.

L'emprise travaux temporaire de la gare Clichy-Montfermeil du Grand Paris Express sur la Promenade de la Dhuis en phase chantier a été conçue en prenant en compte les emprises du tramway T4 en phase chantier et les contraintes associées.

Les emprises travaux du tramway T4 se situent en dehors de l'entité Natura 2000 Promenade de la Dhuis et n'ont aucune incidence directe ou indirecte sur celle-ci.

On peut donc conclure que les incidences du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord sur la Promenade de la Dhuis au droit de la future gare Clichy-Montfermeil, ne donnent pas lieu à des effets cumulés avec le projet de la nouvelle branche du Tramway T4.

3.5.3.2. Incidences cumulées relatives à l'effet barrage en phase exploitation

Les incidences cumulées relatives à l'effet barrage ne peuvent concerner que les grandes infrastructures souterraines, c'est-à-dire les autres projets de métro souterrains.

La modélisation hydrogéologique réalisée pour les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord a confirmé son absence d'effet barrage significatif, les zones d'effet étant limitées à 150 m maximum du projet pour une isovaleur 0,10 m. Les entités Natura 2000 sont donc hors de portée de l'effet barrage, avec pour conséquence une absence d'impact négatif indirect sur les habitats des espèces de la Directive « oiseaux » inféodées aux plans d'eau des parcs départementaux Georges Valbon et du Sausset.

Les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord n'ayant aucune incidence négative relative à l'effet barrage en phase exploitation sur les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », il ne peut pas y avoir d'incidences cumulées avec d'autres projets de grandes infrastructures souterraines sur ces mêmes entités.

3.5.3.3. Incidences cumulées relatives à l'effet de rabattement de nappe en phase chantier

Méthodes et documents de référence

La possibilité d'un effet cumulé suppose d'une part la concomitance des travaux et d'autre part un recouvrement au moins partiel des zones de rabattement dans l'espace, sous réserve que les systèmes aquifères considérés soient communs. L'analyse a donc été conduite selon ce principe.

Les entrants utilisés sont issus de résultats de modélisations hydrogéologiques antérieures, et plus précisément de cartes de rabattement avec cependant des limites qui, outre les hypothèses conceptuelles et les approximations liées au calage propre à chaque modèle, tiennent :

- A l'enveloppe limite des isovaleurs (0,5 m pour le modèle EOLE) ;
- A la prise en compte de certains éléments du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, mais à un stade plus amont (niveau étude préliminaire) pour lequel les dimensions des ouvrages et les dispositions constructives différaient très sensiblement de celles considérées au stade actuel du projet (AVP). C'est notamment le cas pour les lignes 15 Est (intégrant la gare de Saint-Denis Pleyel, et les ouvrages annexes OA 3300P - Bd Finot, OA 6301P - Rue des Cheminots et OA 6401P) et 17 Nord (intégrant les gares Le Bourget RER, Le Blanc-Mesnil, Aulnay et le raccordement au SMI/SMR d'Aulnay sous forme de tranchée couverte) ;
- A l'absence de données d'hydrogéologie dans le cadre des études de la ligne 15 Ouest.

En ne considérant que le critère temporel, le projet de prolongement de la ligne 14 de Saint-Lazare à Mairie de Saint-Ouen, intervient avant les phases majeures du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord et n'est pas à prendre en compte.

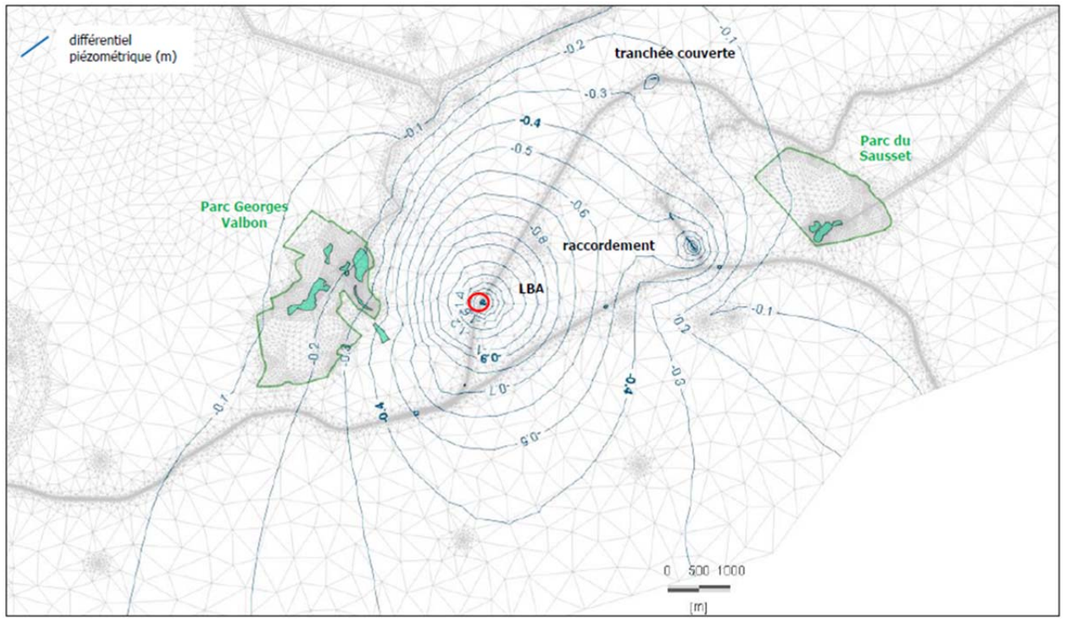
De la même manière, le projet d'extension de la ligne 11 de Rosny-Bois-Perrier à Noisy-Champs interviendra postérieurement aux travaux des lignes 16,17 Sud et 14 Nord. Enfin, la ligne 15 Est ne concerne, ni la même zone géographique, ni les mêmes nappes.

Au bilan les autres projets à retenir sont les lignes 15 Sud, 17 Nord et EOLE. Les cartes d'impact utilisées pour l'analyse sont issues des documents suivants :

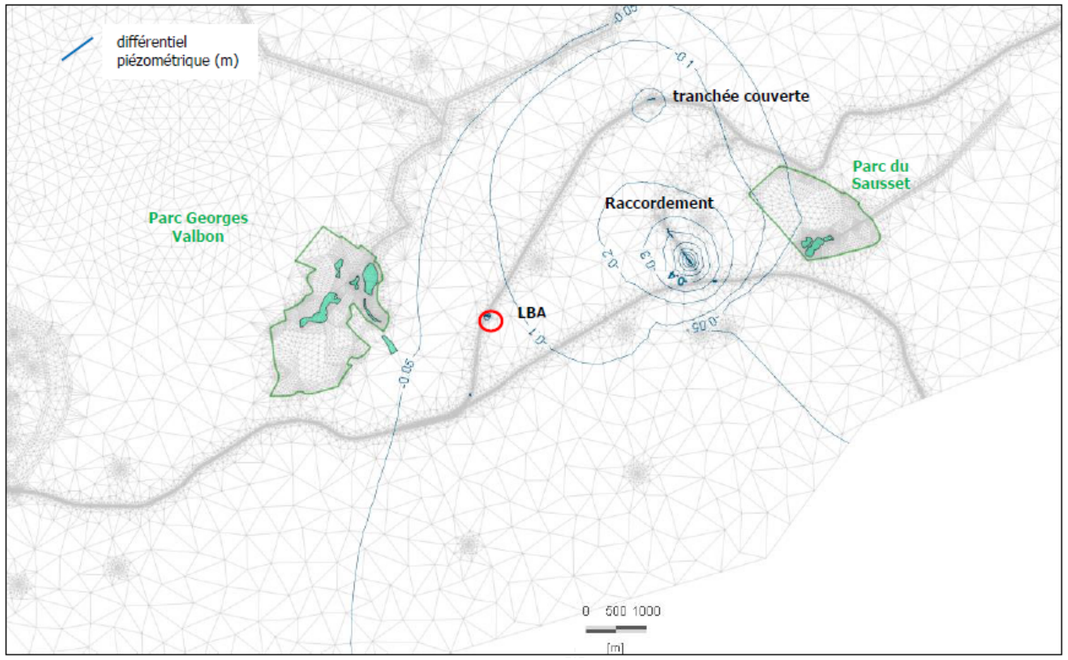
- SNCF Réseau. Prolongement du RER E à l'Ouest - Tronçon Haussmann-Saint-Lazare / Nanterre. Dossier de demande d'autorisation au titre du code de l'environnement, juin 2014 ;
- SNCF Réseau. Prolongement du RER E à l'Ouest - Tronçon Haussmann-Saint-Lazare / Nanterre. Dossier de demande d'autorisation au titre du code de l'environnement. Mémoire en réponse aux observations de la DRIEE des 30 octobre 2014 et 10 décembre 2014, j. Janvier 2015.
- SGP, Grand Paris Express/Ligne 17 Nord. Reprise de la modélisation hydrogéologique. Analyse des impacts du projet. Analyse des impacts cumulés du projet. Rapport BURGEAP CICEIF150655 / RICEIF00165, mai 2015 ;
- SGP, Grand Paris Express/Ligne 17 Nord. Reprise de la modélisation hydrogéologique. Analyse des impacts du projet. Complément au rapport RICEIF00165. Rapport BURGEAP CICEIF150655 / RICEIF00169, septembre 2015.

Résultats Ligne 17 Nord du Grand Paris Express

Les figures ci-après présentent successivement les cartes d'impact obtenues pour la ligne 17 Nord sans et avec mesures de réduction d'impact, lesquelles concernent la gare Le Bourget Aéroport (LBA) et consistent à prolonger les fiches des parois moulées jusqu'au toit des Marnes et caillasses autour des deux ailes correspondant au niveau R-2. Ces dispositions constructives permettraient de ramener l'impact à un niveau résiduel (≤ 0,03 m) au droit des étangs du Vallon et des Brouillards du parc départemental Georges Valbon. Les isovaleurs négatives signifient qu'il s'agit d'un rabattement de nappe.



Carte d'impact du projet de ligne 17 Nord seule. Phase travaux, sans mesure de réduction (simulation 4) (Burgeap, 2015)

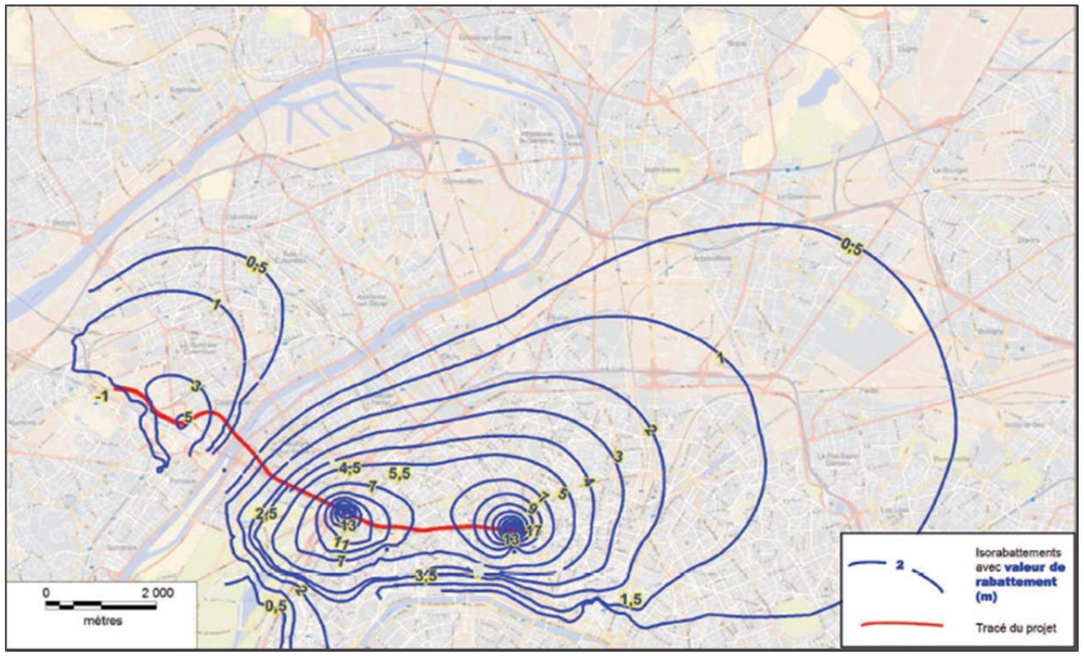


Carte d'impact du projet de ligne 17 Nord seule. Phase travaux, avec mesures de réduction (Burgeap, 2015)

Dans ces conditions, la possibilité d'un effet cumulé avec le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord apparaît marginale.

Résultats prolongement du RER E EOLE à l'Ouest

La figure ci-après présente la carte d'impact du projet de prolongement du RER E à l'Ouest (EOLE). L'enveloppe est limitée à l'isovaleur 0,5 m et ne permet pas d'apprécier le rabattement au-delà, notamment vers le nord, au droit des étangs du Parc Georges Valbon.



Extrait de la carte d'impact du projet EOLE (nappe du Lutétien) (SNCF Réseau, 2015)

Cependant si l'on se réfère au mémoire en réponse aux observations de la DRIEE, il est précisé que :

«…l'impact des pompages de rabattement sur l'aquifère yprésien captif (Sables de Cuise), à l'aplomb du parc de La Courneuve, serait compris entre 0,2 et 0,3 m après 4 ans de pompage, soit une variation qui n'excède pas les fluctuations saisonnières de cette nappe.

L'absence de relation directe entre l'aquifère superficiel et l'aquifère yprésien permet donc de supposer que le rabattement induit dans l'aquifère superficiel sera amorti et peu perceptible.

Le rabattement occasionné par les pompages dans l'Yprésien ne devrait donc pas avoir d'incidence sur ce milieu naturel… ».

Ces considérations permettent également de conclure à la quasi-absence d'un possible effet cumulé avec le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord.

3.5.3.4. Incidences cumulées relatives à l'effet de dérangement des espèces lié à la fréquentation induite en phase exploitation par l'offre de nouvelles gares

Le tableau suivant rappelle les incidences des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord, envisageables en termes de fréquentation induite pour les différentes en tités Natura 2000 concernées par cet effet en phase exploitation :

Entités du site Natura 2000	Dérangement des espèces par augmentation de la fréquentation
Promenade de la Dhuis	**Pas d'incidence notable.** Espace vert urbain ne présentant pas d'enjeu pour les espèces d'oiseaux de la ZPS et leurs habitats, et déjà objet d'une fréquentation de proximité principalement.
Parc départemental Georges Valbon	**Pas d'incidence**. Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun. Gare à l'opposé des secteurs à enjeux
Parc départemental du Sausset	**Pas d'incidence**. Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun.
Parc forestier de la Poudrerie	**Pas d'incidence.** Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun.
Forêt régionale de Bondy	**Incidence potentielle**. Gare à 250 m de l'entrée de la forêt - aménagement de surface.
Parc départemental de la Haute Ile	**Pas d'incidence**. Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun.

Synthèse des incidences en termes de fréquentation des entités Natura 2000 en phase exploitation

La seule incidence potentielle concerne la Forêt régionale de Bondy du fait de la création de la gare Clichy-Montfermeil du Grand Paris Express. C'est donc le seul site où des effets cumulés sont envisageables sur la Zone de Protection Spéciale.

Le projet de la nouvelle branche du Tramway T4 de Bondy à Montfermeil, par sa correspondance avec la gare Clichy-Montfermeil, relève de la même problématique vis-à-vis de la forêt régionale de Bondy. Les incidences cumulées restent donc les mêmes que celles identifiées pour la gare du Grand Paris Express et seront traitées au travers de la localisation des parcs-relais (voiture / bus / tramway / métro) ainsi que les voies d'accès à ces sites, pour limiter les nuisances et l'augmentation induite de la fréquentation de la forêt régionale de Bondy.

3.5.3.5. Incidences cumulées relatives à l'effet de dérangement des espèces en phase chantier

L'analyse conduite précédemment pour le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord a conclu à un impact de dérangement lié aux travaux non significatif pour les espèces de la Directive « oiseaux », hormis pour ce qui concerne l'entité Forêt régionale de Bondy avec un impact faible, en relation avec les travaux de la gare Clichy-Montfermeil.

C'est donc le seul site où des effets cumulés sont envisageables sur la Zone de Protection Spéciale.

L'organisation de la phase travaux de la gare Clichy-Montfermeil du Grand Paris Express, et notamment l'accès depuis la voie routière longeant la forêt régionale de Bondy, a été conçue en prenant en compte l'activité du chantier du tramway T4 et les contraintes associées.

L'activité chantier de la nouvelle branche du Tramway T4 de Bondy à Montfermeil se déroule entièrement en zone urbaine et ne prévoit pas d'accès chantier en interface avec la forêt régionale de Bondy. .

On peut donc conclure que les incidences du projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord en terme de dérangement des espèces Natura 2000, ne donnent pas lieu à des effets cumulés avec le projetde la nouvelle branche du Tramway T4.

3.5.3.6. Incidences cumulées relatives à la pollution des habitats d'espèces en phase chantier

L'analyse conduite précédemment pour les incidences par pollution des habitats des espèces d'oiseaux ayant justifié la désignation de la ZPS, a conclu à l'absence d'impact significatif en phase chantier, compte-tenu des mesures de gestion des travaux prévues au titre de la protection des eaux superficielles et souterraines vis-à-vis des risques de pollution.

Dans ces conditions, il ne peut pas y avoir d'incidences cumulées avec d'autres chantiers de grands projets d'infrastructures.

3.5.4. Mesures associées aux incidences cumulées

Chaque projet développe des mesures d'évitement, de réduction, ou de compensation si nécessaire, permettant de supprimer ou pallier les impacts négatifs qu'il induit sur les sites Natura 2000. Il n'y a donc pas lieu de mettre en place une série de mesures supplémentaires au regard des incidences cumulées qui s'avèrent non significatives.

On signalera néanmoins que le projet des lignes 16, 17 Sud et 14 Nord comporte des mesures permettant de prendre en compte aussi les effets d'autres projets. Ainsi, le dispositif de suivi des niveaux d'eau des nappes et des étangs à enjeux pour les oiseaux de la Directive n°2009/147/CE du 30 novembre 2009 des parcs Georges Valbon et du Sausset, permettra d'observer globalement les perturbations éventuelles induites par des pompages de rabattement d'un ensemble de projets : les lignes 16, 17 Sud et 14 Nord en premier lieu, mais aussi la ligne 17 Nord du Grand Paris Express ou le prolongement du RER E EOLE.

3.6. Conclusion des incidences du projet sur les sites Natura 2000

L'ensemble des études techniques et écologiques réalisées, dont les principales conclusions sont présentées dans le présent dossier d'évaluation des incidences, permet d'évaluer que :

- Le projet et la réalisation de ses travaux ne présentent pas d'incidence significative, eu égard à leurs effets, sur les espèces d'oiseaux de la Directive n°2009/147/CE du 30 novembre 2009 et leurs habitats recensés sur les entités de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis »;

- Toutefois, en cas de déficit pluviométrique saisonnier prolongé, les effets de rabattement de nappe en phase travaux pourraient amplifier une situation défavorable à la reproduction du Blongios nain et / ou l'hivernage du Butor étoilé ;

- C'est pourquoi la Société du Grand Paris a prévu des mesures de suppression et de réduction d'impact qui seront mises en œuvre pour pallier ces impacts négatifs éventuels et maintenir dans un état de conservation favorable les habitats naturels et les espèces d'oiseaux de la Directive n°2009/147/CE du 30 novembre 2009 recensés sur les entités de la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis ».

Grâce à ces mesures, l'impact résiduel du projet des lignes 16, 17 Sud (rouge) et 14 Nord (bleue) du Grand Paris Express sera nul et ne remettra pas en cause l'intégrité du site Natura 2000 « Sites de Seine-Saint-Denis », ni l'état de conservation des habitats et espèces ayant justifié sa désignation comme Zone de Protection Spéciale.

En l'absence d'impact résiduel, l'évaluation des incidences s'arrête à ce stade. Il n'est pas nécessaire d'envisager la mise en œuvre de la procédure dérogatoire de l'article 6.4 de la directive « Habitats » pour raison impérative d'intérêt public majeur avec information ou avis de la Commission Européenne et de développer des mesures compensatoires.

4. Annexes

4.1. Présentation détaillée des entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »

Les 15 entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » sont présentées dans les chapitres suivants. À noter que les entités directement concernées par le fuseau d'études du projet font l'objet d'une présentation détaillée, avec les résultats d'inventaires naturalistes, réalisés en 2011 et 2013 par le bureau d'études Biotope, en vue de compléter la bibliographie.

4.1.1. Promenade de la Dhuis et forêt Régionale de Bondy

La promenade de la Dhuis correspond à la partie de la promenade de l'aqueduc de la Dhuis située dans le département de la Seine-Saint-Denis. Cette promenade, récemment aménagée, qui traverse les territoires de treize communes des départements de la Seine-et-Marne et de la Seine-Saint-Denis, et s'étend sur un linéaire de 27 km (d'une largeur variable de 10 mètres en milieu rural, à 20 mètres en milieu urbain).

Projet inscrit au SDRIF de 1994 et au Plan Vert Régional de 1996, la promenade de la Dhuis est née de l'idée de créer sur l'emprise d'un aqueduc, une promenade destinée aux piétons et aux cyclistes. Le projet, bien que l'eau reste invisible et ne soit présente que par le nom, participe entre autres à la remise en état des lisières, à la protection de l'eau et valorise un mode de transport naturel, par gravité. En Seine-Saint-Denis, la promenade de la Dhuis représente une section de 7,5 km. Elle traverse les territoires de cinq communes (Le Raincy, Gagny, Clichy-sous-Bois, Montfermeil et Coubron) et parcourt des paysages variés, notamment les espaces forestiers remarquables de la forêt régionale de Bondy. De ce fait, elle pénètre la ville et relie les zones urbanisées aux grands espaces naturels ainsi que les grands espaces naturels entre eux.

Cette coulée verte est un véritable parc linéaire, facilitant la pénétration de la nature en milieu urbain. Son développement dans un cadre diversifié suppose trois séquences d'entretien adaptées au contexte urbain (la portion jusqu'au Raincy : zone c), forestier (au sein de la forêt régionale de Bondy : zone b) et rural (à l'est du département, au sein des coteaux de l'Aulnoye : zone a). La mise en place d'une gestion respectueuse des écosystèmes traversés a notamment permis de classer la promenade de la Dhuis, aux côtés des 14 autres parcs constituant le site Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis.

La partie de la promenade de la Dhuis concernée par le fuseau d'études est la zone forestière au sein de la forêt de Bondy (zone b) et la zone urbaine au droit de la traversée du fuseau d'études (zone c).

La forêt régionale de Bondy se situe dans le département de Seine-Saint-Denis à environ 15 km à l'est de Paris. Elle se trouve sur trois communes : Montfermeil, Coubron et Clichy-sous-Bois. La forêt régionale de Bondy est un vestige de l'ancienne forêt de Bondy qui s'étendait sur une part importante du pays d'Aulnoye, sa superficie actuelle est de 230 ha. Le parc est desservi par différentes ligne de bus à partir de la gare de Raincy-Villemomble sur la ligne E du RER. Il n'y a pas, à ce jour, d'étude de fréquentation réalisée sur le parc.

Deux sentiers de randonnée pédestre parcourent la partie sud de la forêt et un chemin de grande randonnée (GR 14) suit la Crête de Coubron le long de l'aqueduc de la Dhuis et offre des vues sur la vallée de la Marne. Le parc compte environ 14 km de cheminements. Deux aires de jeux ont également été aménagées.

Une gestion différenciée est menée sur le parc afin de favoriser l'accueil du public, tout en maintenant une diversité de paysage et en les protégeant.

La forêt régionale de Bondy s'inscrit dans différents périmètres d'inventaire et de protection du patrimoine naturel :

- Zone de Protection Spéciale Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis
- Espace Boisé Classé
- Zone Naturelle d'intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type I « Massif de l'Aulnoye et carrières de Vaujours et Livry-Gargan »
- Zone Naturelle d'intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type II « Massif de l'Aulnoye, Parc de Sevran et la Fosse Maussoin »
- Projet de création d'un périmètre ENS des coteaux de l'Aulnoy.
- Les espèces ayant permis le classement de ce site en ZPS sont les suivantes : Blongios nain, Bondrée apivore, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar.

Le parc est constitué majoritairement de boisements, cependant il est à noter la présence de nombreux étangs (Étang Virginie, Étang Isabelle, Étang Laurence, Étang Dominique, Étang Beauclair, …) et mares. Il existe sur le site une zone d'accès réglementé, qui couvre 1,8 ha. Il s'agit de la zone située au nord de l'étang Virginie.

	Surface (ha)	Pourcentage
Milieux humides	5,6	3,2%
Milieux forestiers	142,4	81,1%
Pelouses et cultures	12,1	6,9%
Milieux ouverts	10,9	6,2%
Zones non végétalisées	4,7	2,7%
Total	**175,6**	**100%**

Occupation du sol par type de milieu

Les essences forestières présentes en forêt de Bondy sont diversifiées, les plus typiques sont les chênes rouvre et pédonculé, le hêtre, le frêne, ainsi que le robinier, le bouleau, le merisier et le tremble. L'Alisier de Fontainebleau (*Sorbus latifolia*) est également présent, cette espèce est protégée au niveau national. La souche des vieux arbres est l'habitat de la Cétoine dorée et du Lucane cerf-volant (coléoptères). La flore des sous-bois forme un panel diversifié, quelques espèces protégées en Île-de-France y ont été inventoriées, par exemple le Sison (*Sison amomum*), le Millepertuis des montagnes (*Hypericum montanum*) ou encore l'Orchis négligé (*Dactylorhiza praetermissa*).

De petits mammifères peuvent être observés dans cette forêt : les renards, les fouines et les écureuils en sont les principaux représentants. La forte fréquentation de la forêt n'est pas propice aux grands mammifères.

Forêt de Bondy (Biotope, 2014)

La forêt de Bondy possède un ensemble d'étangs, de mares et de fossés au sein des zones forestières. C'est dans ces milieux que l'intérêt botanique est le plus marqué, avec plus de 40 espèces : on peut citer la Renoncule scélérate, le Plantain d'eau et l'Œnanthe aquatique dans le centre des étangs, et les iris, les rorippes, les laîches et les épilobes sur les berges.

Les milieux humides permettent à de nombreux oiseaux peu communs en Île-de-France de trouver une zone favorable pour accomplir une partie de leur cycle de vie, notamment le Héron cendré, le Martin-pêcheur, le Blongios nain, toute sorte de limicoles, des cormorans, etc.

La zone humide permet également au Triton palmé, à la Grenouille agile et rousse et à la Salamandre tachetée de trouver un habitat favorable. Un grand nombre d'insectes peuvent également être observés. On peut citer, près des zones humides, la Grande aeschne ou l'Anax empereur (libellules).

Forêt de Bondy - Étang (Biotope, 2014)

L'Aqueduc de la Dhuis traverse la forêt. Construit à la fin du 19ème siècle, il était destiné à apporter de l'eau potable dans Paris depuis la région de Pargny-la-Dhuis dans l'Aisne. La partie présente au niveau de la Forêt de Bondy n'est plus en service. La partie est, de la source aux environs d'Eurodisney est, elle, toujours fonctionnelle. Dans le département de Seine-Saint-Denis, l'emprise de cet aqueduc est une zone naturelle faisant partie de la ZPS. Au niveau de la forêt, l'emprise est marquée par un cheminement très large sans aucun milieu humide.

La forêt de Bondy, dans sa forme actuelle, occupe une partie du sommet et des versants de la Butte de l'Aulnoye. La partie gérée par l'Agence régionale des Espaces Verts (AEV) représente une superficie d'environ 170 ha. Étant située au sommet d'une butte, cette forêt ne présente pas de réseau hydrographique amont. En revanche, elle constitue la tête du bassin versant du Ru de Chantereine qui rejoint la Marne au niveau de Vaires-sur-Marne.

Ce ruisseau est enterré dans sa traversée du quartier des Coudreaux à cheval sur les communes de Coubron (93), de Montfermeil (93), Courtry (77) et Chelles (77). Il est aérien en amont et en aval de ce quartier.

Les plans d'eaux sont principalement localisés en chapelet dans le thalweg principal de la forêt en une succession de petites retenues en série. L'Étang Beauclair est isolé des autres plans d'eau et se trouve sur le plateau en limite de la forêt.

Il est relié aux autres étangs par une canalisation qui débouche dans l'Étang Isabelle, le second en partant de l'aval. Ces étangs ont une origine complètement artificielle et ont été construits en 3 étapes :

- les étangs Dominique et Laurence (0,2 ha chacun) et Isabelle (0,5 ha) sont les plus anciens et ont été construits au 16ème siècle,
- le Canal (0,4 ha) a été construit au 18ème siècle,
- l'Étang Virginie (2,6 ha) est le plus récent.

Ces étangs se situent hors fuseau d'étude.

Les plans d'eau sont alimentés par les eaux superficielles provenant, soit du ruissellement naturel, soit de la collecte des eaux pluviales.

Forêt de Bondy – Les ruisseaux amont et les ouvrages hydrauliques (Biotope, 2014)

Forêt de Bondy – Étang Laurence (Biotope, 2014)

Forêt de Bondy – Étang Isabelle (Biotope, 2014)

Forêt de Bondy – Étang Virginie (Biotope, 2014)

Forêt de Bondy – Le Canal (Biotope, 2014)

L'Étang Beauclair est l'exutoire du réseau de collecte des eaux pluviales de la zone urbanisée du sommet de la butte, située sur les communes de Clichy-sous-Bois et de Montfermeil. Le réseau est équipé, en amont immédiat de l'entrée dans l'étang, d'un séparateur à hydrocarbures. L'étang sert de décanteur à ces eaux pluviales.

Forêt de Bondy – Étang Beauclair – Vue générale (EGIS, 2016)

En plus de la collecte des eaux pluviales de la zone urbaine voisine, les étangs sont alimentés en eau par les eaux qui circulent dans la fine couche sableuse du sommet de la butte et par les eaux du bassin versant forestier. La circulation de l'eau dans le massif forestier génère d'autres milieux humides : ruisseaux temporaires, vasques naturelles. Ces milieux ne sont alimentés que par les eaux pluviales. L'alimentation en eau est donc essentiellement d'origine superficielle. Les eaux souterraines contribuent de façon marginale à l'alimentation en eau des étangs.

Sur le plan hydrogéologique, tous les niveaux entre 0 et -120m en subsurface sont aquifères. Les niveaux marneux (-7 à -50m), contenant une proportion d'argile plus importante, sont moins aquifères. La coupe présente un niveau peu perméable : l'ensemble marneux composé des marnes vertes, des marnes supragypseuses et des marnes du gypse forme une masse peu perméable de presque 60 m d'épaisseur, qui représente l'essentiel de la hauteur de la butte de l'Aulnoye. Par ailleurs, la topographie tend à limiter l'importance de l'aquifère. En effet, lorsque la piézométrie rencontre la topographie, l'eau devient superficielle et ruisselle.

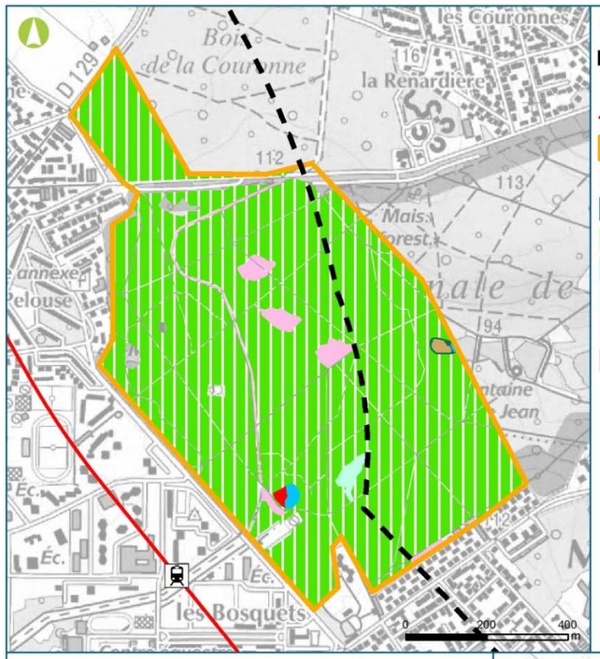
La piézométrie du site est directement impactée par la topographie de la butte. Les plans d'eau du site créent une piézométrie artificielle locale dans la masse marneuse du gypse. La cote piézométrique naturelle générale est plus basse que la cote des plans d'eau. Ils s'étagent entre la cote 95 m NGF et la cote 75 m NGF et le niveau permanent du Ru de Chantereine se trouve aux environs de la cote 60 m NGF.

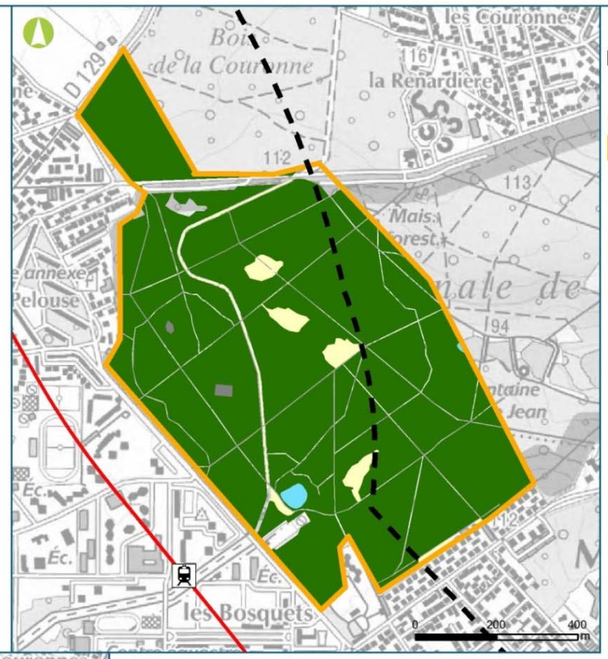
L'alimentation en eau des plans d'eau résulte essentiellement de la collecte des eaux superficielles. Chaque plan d'eau est équipé d'un système manuel de gestion du niveau d'eau. Ces systèmes de gestion ne sont pas inertes. Ils sont manœuvrés pour limiter les variations du niveau de chaque plan d'eau. Les objectifs de gestion sont fixés pour maintenir des niveaux d'eau compatibles avec l'intérêt écologique. Le plan d'eau aval, l'Étang Virginie, fait l'objet de la gestion la plus fine parce que c'est l'étang le plus riche (il présente la seule roselière ayant une taille écologiquement intéressante) et à cause de l'existence du fontis lié à la dissolution du gypse. L'objectif est de concilier un niveau d'eau écologiquement intéressant dans la roselière tout en essayant de limiter le développement du fontis.

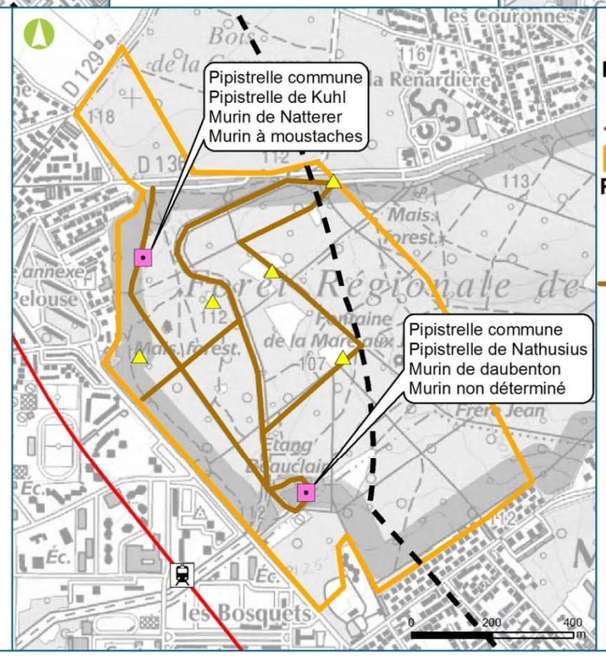
La gestion du niveau d'eau des autres étangs est moins précise et intervient principalement en période de hautes eaux. La Forêt de Bondy est le seul site où il existe une gestion du niveau d'eau avec des objectifs fixés.

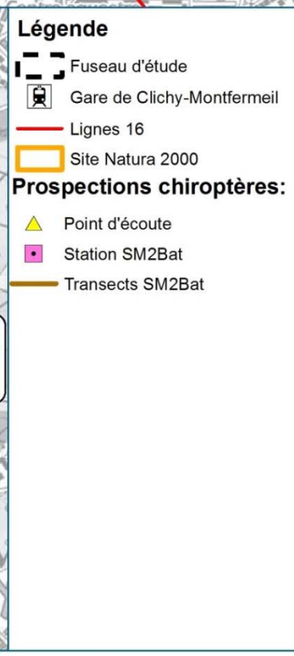
La carte page suivante présente les résultats des inventaires naturalistes réalisés en 2011 et 2013: habitats naturels, avifaune (définition des habitats d'espèces, par cortège), prospections chiroptères.

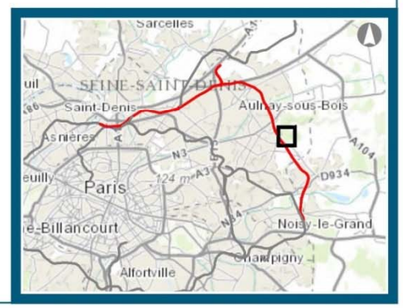
Site Natura 2000 : Forêt de Bondy











4.1.2. Parc départemental Georges Valbon

Le parc départemental Georges Valbon, anciennement appelé parc de la Courneuve, est situé au nord du département de la Seine-Saint-Denis et une petite partie dans le département du Val-d'Oise. Le parc s'étend sur les communes de la Courneuve, Saint-Denis, Dugny, Stains et Garges-lès-Gonesse. De par sa taille, il est au 3ème rang des espaces verts de la région parisienne. Avec une superficie de 415 ha (dont 312 ha qui appartiennent à la ZPS), il est le plus grand parc d'Île-de-France.

L'accès au parc est facilité par la présence de l'arrêt « gare de Aubervilliers – La Courneuve » de la ligne B du RER, aux abords du parc. L'estimation annuelle de la fréquentation du parc est de 2 120 000 visiteurs, ce qui en fait un des parcs de séjour et de destination les plus importants du département. La pression de fréquentation s'établit à 12,5 visiteurs par hectare et par jour. C'est durant les mois de mai et juin que le parc accueille le plus de visiteurs. En revanche, il est à noter que cette pression urbaine ne s'exerce pas sur les milieux à enjeux, où la fréquentation est moindre.

De nombreux aménagements pour l'accueil des visiteurs sont présents sur le parc, il y a notamment 8 chemins de randonnées, 6 aires de jeux, des parkings, etc.

Le Parc départemental Georges Valbon s'inscrit dans différents périmètres d'inventaire et de protection du patrimoine naturel :

- Zone de Protection Spéciale Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis ;
- Zone Naturelle d'intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type I « Plans d'eau et friches du Parc départemental de la Courneuve » ;
- Zone Naturelle d'intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type II « Parc départemental de la Courneuve » ;
- Espace Naturel Sensible du parc départemental de la Courneuve ;
- Les espèces ayant permis le classement de ce site en ZPS sont les suivantes : Blongios nain, Bondrée apivore, Butor étoilé, Gorgebleue à miroir, Hibou des marais, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pie-grièche écorcheur, Sterne pierregarin.

Ce parc possède une richesse biologique importante au regard de sa localisation, du fait de la diversité des milieux qui y ont été créés. Une « gestion harmonique » y est menée depuis les années 1990/91.

Concernant les milieux humides, le Parc Georges Valbon est concerné par les cours d'eau suivants :

- la Vieille Mer : ce cours d'eau et ses affluents collectent les eaux d'un bassin versant d'une superficie d'environ 200 km² ;
- le Croult (ou Crould) : cet affluent de la Vielle Mer est le cours d'eau principal du secteur ;
- la Molette : ce cours d'eau rejoint directement la Vieille Mer dans le Parc Georges Valbon au nord immédiat de la voie ferrée qui traverse le parc ;
- la Morée : ce cours d'eau rejoint le Croult juste avant sa confluence avec la Vieille Mer, en amont du parc.

Le réseau hydrographique amont converge donc vers la Vieille Mer à son entrée dans le Parc Georges Valbon. Le bassin versant délimité à partir de ce point est vaste et fortement imperméabilisé. Le débit de pointe en ce point de convergence est de 10 m^3/s, ce qui est élevé. Ce débit est très faible par rapport au débit évalué en absence de régulation au même point et qui est de 150 m^3/s.

Les eaux qui passent dans le Parc Georges Valbon dans le collecteur de la Vieille Mer proviennent d'un vaste bassin versant amont. Paradoxalement, alors que le parc abrite des milieux aquatiques de qualité, ces eaux ne font que traverser le parc dans des collecteurs. Elles n'interviennent pas dans l'alimentation en eau des plans d'eau.

	Surface (ha)	%	Commentaires
Milieux humides	14,6	4,6%	Le parc Georges Valbon présente une grande quantité d'étangs grands et petits, pour la plupart bâchés. Leurs berges sont fauchées et portent une végétation de prairie ou de pelouse urbaine, ou portent des roselières variées, denses et parfois assez larges, qui abritent de nombreux oiseaux aquatiques : Cygne tuberculé, Canard colvert, Poule d'eau, Foulque macroule, ainsi que le Blongios nain qui est une espèce protégée au niveau national.
Milieux forestiers	116,0	36,5%	Les boisements du parc ne sont pas d'origine naturelle. Les boisements les plus âgés se trouvent sur la tranche 1 du parc de La Courneuve. Il s'agit actuellement de futaies assez sombres, au sous-bois peu développé
Pelouses et cultures	71,6	22,5%	

	Surface (ha)	%	Commentaires
Milieux ouverts	62,1	19,6%	Les friches du parc Georges Valbon sont assez abondantes au nord du parc, sur le vallon écologique, dans l'extension Val-d'Oise, sur les parcelles en périphérie du parc (délaissés de la RD84), ainsi que sur le site de l'actuelle cascade. Les cortèges végétaux sont très diversifiés et constitués d'une grande majorité d'espèces de friche. Ces cortèges sont relativement stables. Ils n'évoluent pas vers la prairie, mais s'embroussaillent lentement par le développement d'une fruticée qui associe des rosacées communes (Prunellier, Églantier, Aubépine) et des plantes introduites (Argousier, Renouée du Japon, Buddleia). Ces friches constituent les milieux les plus variés pour la faune, que ce soient les insectes (très abondants, très diversifiés, présence d'espèces remarquables), les mollusques, les amphibiens (Crapaud calamite, Triton ponctué), les reptiles (Lézard des murailles), les mammifères (refuges de Renards et de Lapins) et les oiseaux. Ces derniers sont particulièrement diversifiés et faciles à observer sur les friches. De nombreuses espèces utilisent les friches surtout pour se nourrir, venant des autres milieux environnants où elles nichent (bosquets, édifices). Cependant certaines y nichent au sol ou dans les milieux buissonnants. À elles seules, les friches ont permis en quelques années le développement d'un écosystème relativement varié, bien que d'origine anthropique, avec un fonctionnement complexe et complet, qui semble à peu près équilibré.
Zones non végétalisées	53,2	16,8%	
Total	**317,5**	**100%**	

Type de milieux présents sur le parc Georges Valbon

Le parc départemental Georges Valbon dispose d'un réseau de plans d'eau réparti de part et d'autre de la voie ferrée qui coupe le parc en deux.

Le plan d'eau principal est le Grand Lac qui est d'origine complètement artificielle comme la topographie de ce parc. D'une superficie de 12 ha, il résulte de la deuxième étape de création du parc dans les années 70 par le remblaiement d'un vaste espace agricole humide et inondable. Les remblais n'étant pas étanches, le fond du Grand Lac a été construit étanche avant remplissage. Le Grand Lac n'est alimenté en eau que par les eaux de pluie et par un forage. Un trop plein permet le déversement des eaux du Grand Lac dans la Vieille Mer dont le collecteur se trouve à proximité immédiate.

Les plans d'eau des Cascades constituent le deuxième secteur humide du Parc Georges Valbon. Ces plans d'eau sont aussi d'origine artificielle. Ils résultent des travaux effectués dans les années 80. Cet ensemble a été conçu pour mettre l'eau en scène et la présenter en mouvement. Cela permet également de diversifier les habitats. L'eau provient exclusivement du Grand Lac, dans lequel elle est pompée, par un réseau de canalisations qui permet la traversée de la voie ferrée. L'eau en excédent retourne au Grand Lac par un trop plein.

Les Étangs des Brouillards et du Vallon constituent le troisième secteur humide du parc. Ils sont situés dans une zone qui a été peu perturbée par les travaux de création car située sur une réserve foncière qui a été intégrée au parc. Ces plans d'eau sont indépendants et ne sont pas raccordés aux autres ensembles décrits ci-dessus. Leur eau provient exclusivement des eaux souterraines

Parc Georges Valbon – Le Grand Lac – Vue vers l'Ouest (Biotope, 2014)

Parc Georges Valbon – L'Étang des Brouillard (Biotope, 2014)

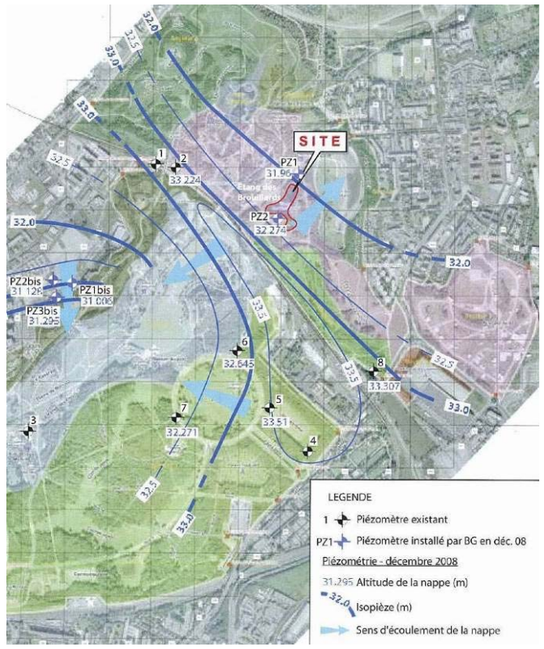
La piézométrie locale de la nappe de l'Éocène moyen et inférieur n'est pas connue avec précision. Le sens d'écoulement général reste axé sud-est / nord-ouest. Cependant, il est possible que localement la nappe soit captive, ce qui pourrait modifier localement le sens de l'écoulement.

Le forage du parc capte cette nappe à une profondeur de 50 m environ par rapport au terrain naturel, soit à – 18 m NGF. La piézométrie locale de la nappe des alluvions et du Calcaire de Saint-Ouen a été étudiée lors du diagnostic environnemental de l'Étang des Brouillards réalisé par Bonnard et Gardel SAS (BG) en 2009. La piézométrie au droit de la voie ferrée est d'environ 33 m

NGF. Cette voie constitue une crête piézométrique, la cote diminuant de chaque côté vers le nord-est et le sud-ouest.

L'étude BG 2009 a montré que les Étangs des Brouillards et du Vallon sont en relation directe avec la nappe superficielle. Cependant, l'analyse chimique montre que cette relation ne suffit pas à expliquer la qualité de l'eau.

La nappe superficielle a fait l'objet de suivis piézométriques partiels au niveau du site dans le cadre de différentes études. Les chroniques sont relativement courtes (quelques mois). Cependant, quelques tendances apparaissent. La relation entre le niveau piézométrique et la pluviométrie est nette. Les variations piézométriques observées sont comprises entre 1 et 2 m. Il n'y a pas de suivi régulier conjoint entre la piézométrie de la nappe superficielle et le niveau d'eau des plans d'eau. Cependant, les personnels du CG93 ont constaté que le niveau d'eau varie sensiblement avec la météorologie, avec cependant un décalage dans le temps. Cette observation tend à confirmer la relation directe plan d'eau – nappe. La qualité de l'eau, prise en compte dans l'étude BG 2009, appuie ce constat.



Parc Georges Valbon – Piézométrie 2008 de la nappe des alluvions et du Calcaire de Saint-Ouen (Biotope, 2014)

La gestion des niveaux d'eau des plans d'eau du parc est divisée en deux parties :

- Les Étang des Brouillards et du Vallon sont en partie alimentés par la nappe superficielle des alluvions et du Calcaire de Saint-Ouen. Ils n'ont pas d'exutoire superficiel et il n'existe pas d'ouvrage de régulation du niveau du plan d'eau. Il n'existe pas non plus de liaison avec les autres plans d'eau du site. Le niveau d'eau dans ces étangs est donc celui de la nappe et évolue naturellement ;

- Les autres plans d'eau sont étanches.

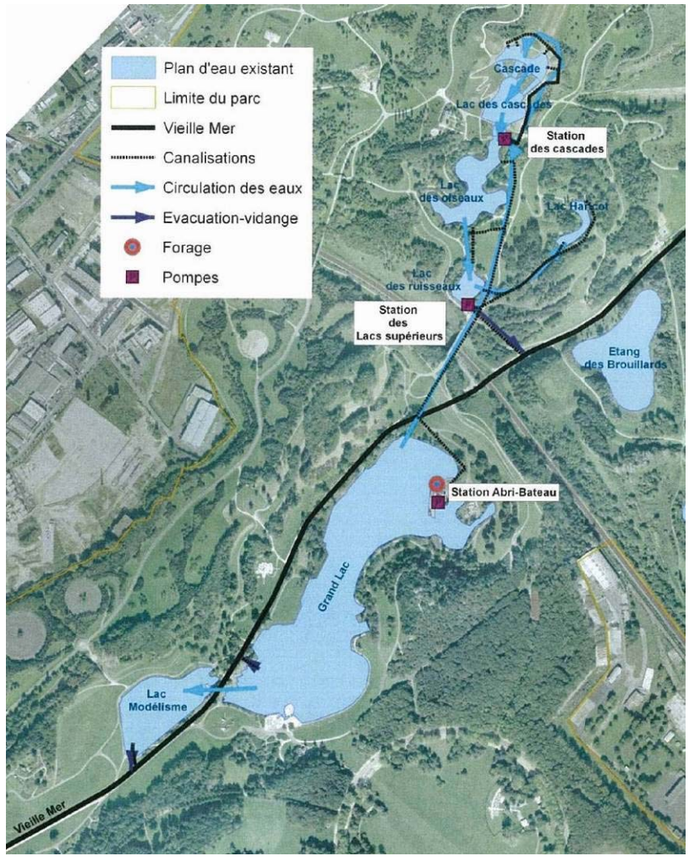
Le principe général est l'alimentation en eau par les eaux de pluie, complétée par les eaux souterraines.

Le Grand Lac, avec le lac Modélisme qui lui est directement relié, joue un rôle central dans la gestion de l'eau du site. En effet, il équipé d'un trop plein qui permet un déversement dans le collecteur de la Vieille Mer, qui constitue donc un exutoire vers le réseau superficiel. Ce plan d'eau est alimenté par les eaux de pluie et en partie par les eaux souterraines.

Un forage captant l'aquifère du Calcaire grossier du Lutétien (nappe de l'Éocène moyen et inférieur) a été mis en place lors de l'aménagement du Parc. La documentation relative à ce forage est fragmentaire. Une coupe manuscrite de terrain existe cependant. La profondeur est de 54 m à compter du terrain naturel qui est à la cote 32,76 m NGF. Le diamètre de l'avant puits, seule indication de ce type, est de 1,50 m.

Le débit pompé varie entre 40 et 50 m^3/h pour un volume annuel moyen de 25 000 m^3.

L'alimentation en eau des Lacs des cascades, des Oiseaux, des Ruisseaux et Haricot dépend du Grand Lac. Un réseau de canalisations et un système de pompage permet de gérer leur alimentation en eau à partir du Grand Lac. Le Lac des Ruisseaux est relié à la Vieille Mer par un trop plein.

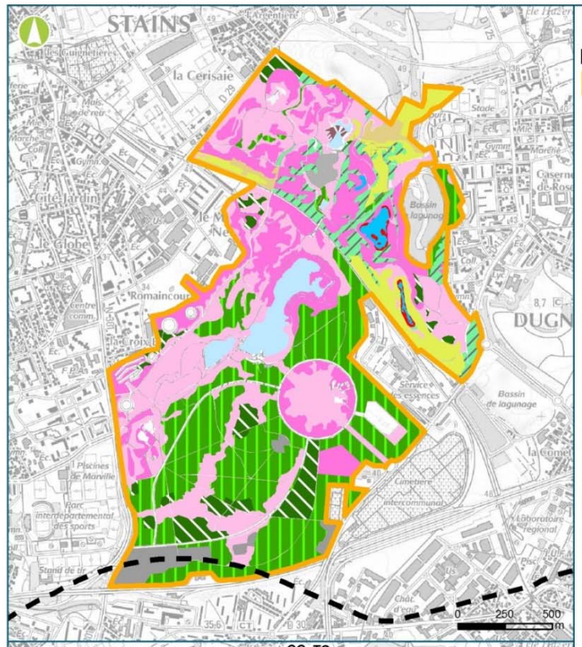


Parc Georges Valbon – Système d'alimentation en eau des plans d'eau artificiels (Biotope, 2014)

La gestion des niveaux d'eau de ces plans d'eau est donc complètement artificielle mais repose sur la nappe de l'Éocène moyen et inférieur pour une part significative.

La carte page suivante présente les résultats des inventaires naturalistes réalisés en 2011 et 2013 : habitats naturels, avifaune (définition des habitats d'espèces, par cortège, et relevé d'espèces), prospections relatives aux amphibiens et aux insectes.

Site Natura 2000 : Parc Georges Valbon

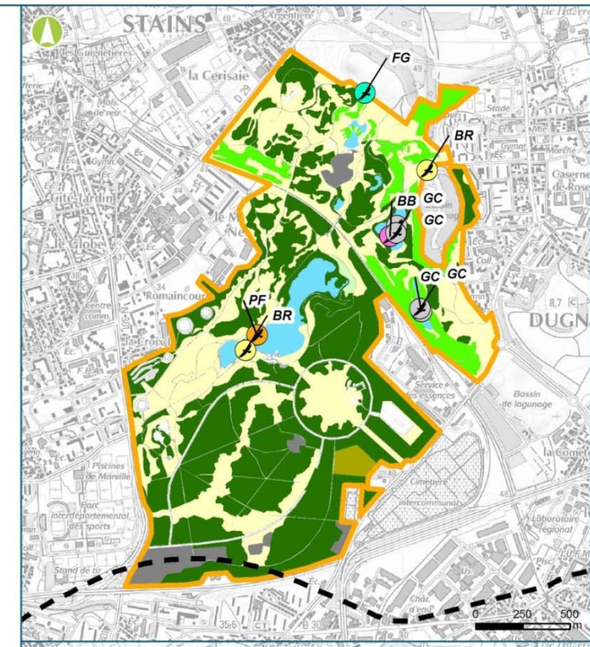


Légende

- Fuseau d'étude
- Site Natura 2000

Habitats :

- Bassins de parcs
- Chênaies-Hêtraies dont boisements pionniers
- Espaces artificialisés
- Fourrés arbustifs ornementaux
- Fourrés eutrophes
- Friches vivaces sèches
- Mare
- Parcelles boisées de parcs
- Pelouses de parcs
- Plantation de résineux
- Prairies humides
- Prairies mésophiles de fauche
- Roselières au sens large
- Zone actuellement en travaux



Légende

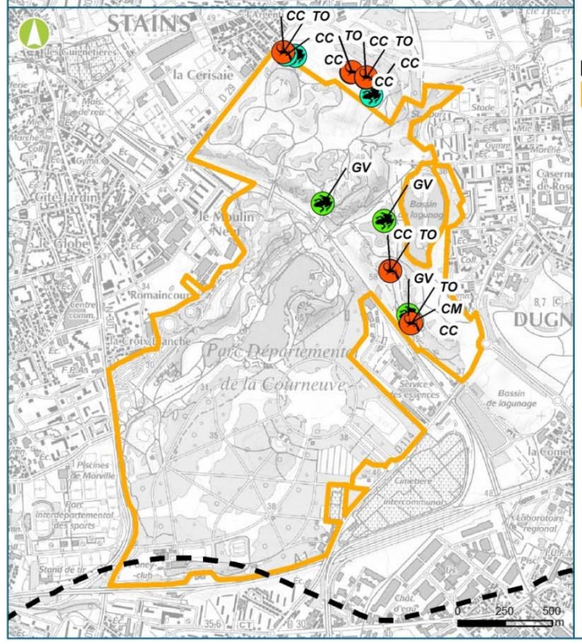
- Fuseau d'étude
- Site Natura 2000

Espèces d'oiseaux :

- BR : Bergeronnette des ruisseaux
- BB : Butor blongios, Blongios nain
- FG : Fauvette grisette
- GC : Grèbe castagneux
- PF : Pouillot fitis

Cortèges :

- Cortège des milieux anthropiques
- Cortège des milieux arbustifs
- Cortège des milieux boisés
- Cortège des milieux boisés et anthropiques
- Cortège des milieux boisés et ouverts
- Cortège des milieux humides
- Cortège des milieux ouverts
- Cortège des milieux ouverts et arbustifs

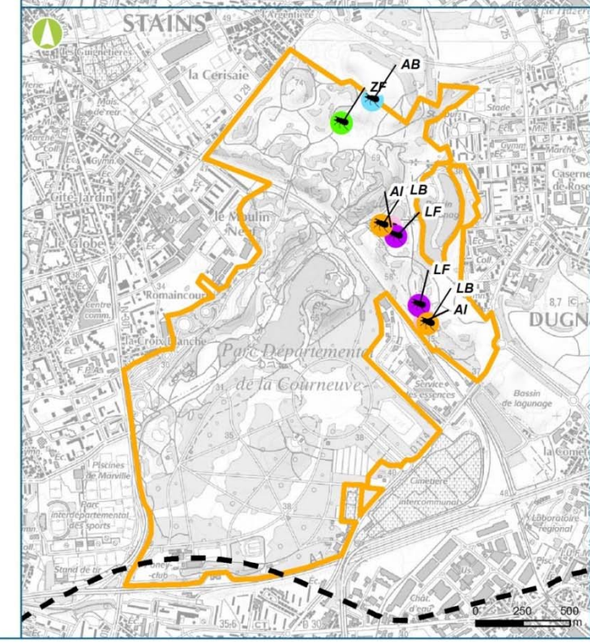


Légende

- Fuseau d'étude
- Site Natura 2000

Amphibiens:

- CC : Crapaud calamite
- CM : Crapaud commun
- GV : Grenouille verte
- TO : Triton ponctué



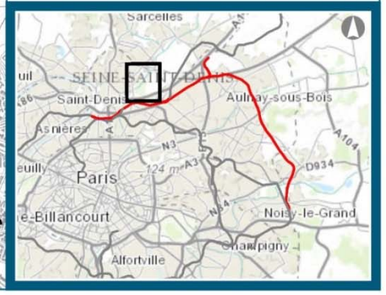
Légende

- Fuseau d'étude
- Site Natura 2000

Insectes :

- AI : Aeschne isocèle
- AB : Azuré bleu
- LB : Leste brun
- LF : Libellule fauve
- ZF : Zygène de la filipendule

Société du Grand Paris



4.1.3. Parc départemental du Sausset

Le parc départemental du Sausset vient au 2nd rang des espaces verts du département de Seine-Saint-Denis par sa taille de 187 ha. Il s'étend sur deux communes : Aulnay-sous-Bois et Villepinte.

L'accès au parc est facilité par la présence de l'arrêt « gare de Villepinte » sur la ligne B3 du RER, au sein du parc. L'estimation annuelle de la fréquentation du parc est de 912 000 visiteurs. La pression de fréquentation s'établit à 14 visiteurs par hectare et par jour, elle est la plus importante au printemps et en été. Cette fréquentation est limitée aux zones ouvertes du parc. La pression est faible sur les zones à enjeux.

Des aménagements pour l'accueil du public existent sur le parc, on compte par exemple trois aires de jeux sur le parc.

Le Parc départemental du Sausset s'inscrit dans différents périmètres d'inventaire et de protection du patrimoine naturel :

- Zone de Protection Spéciale Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis ;
- Zone Naturelle d'intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type I « Prairies du parc départemental du Sausset » ;
- Zone Naturelle d'intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type II « Parc départemental du Sausset » ;
- Espace Naturel Sensible du parc départemental du Sausset ;
- Espace Boisé Classé ;
- Les espèces ayant permis le classement de ce site en ZPS sont les suivantes : Blongios nain, Bondrée apivore, Butor étoilé, Gorgebleue à miroir, Hibou des marais, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pie-grièche écorcheur, Sterne pierregarin.

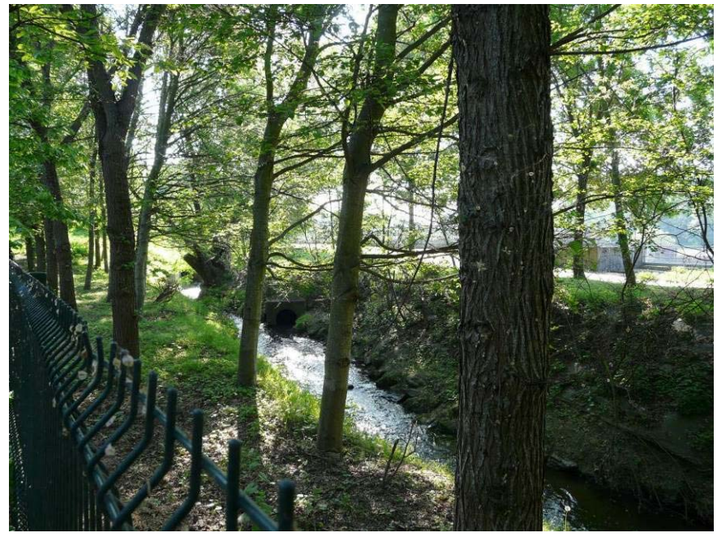
Le parc est structuré autour de quatre ambiances paysagères : au nord du parc une forêt de 70 hectares, au nord-est « le Puits d'Enfer » dont 20 ha sont aménagés en boisements et clairières, au sud-est le secteur du « Bocage » s'étend sur 43 ha avec champs et haies bocagères, et au sud-ouest la zone des « Prés Carrés » de 52 ha comprend l'étang de Savigny et le marais. Le marais est fermé au public afin de préserver cette zone écologique riche et complexe. Une « gestion harmonique » est menée sur le parc depuis les années 1990 afin de favoriser une plus grande richesse spécifique.

Le Parc du Sausset se trouve à environ 6 km au nord-est du Parc Georges Valbon, et dans son bassin versant amont. Ce parc est traversé par le Ruisseau du Sausset, d'où il tire son nom.

Ce ruisseau prend sa source sur la commune de Tremblay-en-France, à proximité du Petit Tremblay, bourg historique de la commune. Il traverse ensuite le quartier de la Haie Bertrand avant d'entrer dans le Parc. A sa sortie du Parc, il rejoint la Morée sur la commune d'Aulnay-sous-Bois au niveau du quartier de Balagny, au sud immédiat de la zone d'activités des Garennes.

Le débit du ruisseau est régulé à plusieurs niveaux, en particulier au niveau de son passage sous la RN104, dont il reçoit les eaux pluviales.

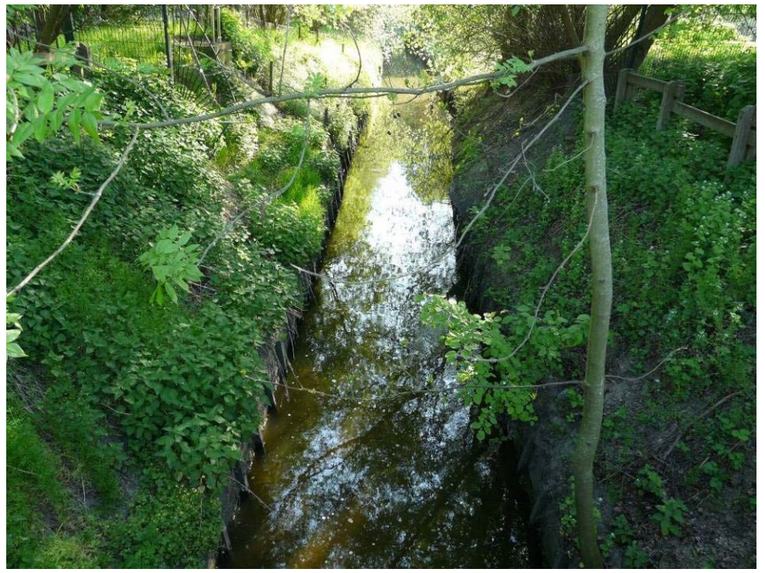
Le cours de ce ruisseau est enterré sur environ 50 % de son parcours : sous le quartier de la Haie Bertrand et en aval du parc, le long de l'Étang de Savigny, principale zone humide du parc.



Parc du Sausset – Le ruisseau du Sausset à son entrée dans le parc (Biotope, 2014)

Les photos suivantes montrent que le lit mineur de ce ruisseau a été fortement chenalisé et modifié.

Le ruisseau est en relation directe avec l'Étang de Savigny.



Parc du Sausset – Le ruisseau du Sausset dans sa partie aérienne (Biotope, 2014)

	Surface (ha)	%	Commentaires
Milieux humides	8,3	4,4%	Le parc du Sausset est remarquable par l'aménagement d'un marais artificiel présentant des espaces d'eau libre et des roselières variées plantées. Ce marais protégé de la fréquentation accueille la nidification des oiseaux d'eau les plus courants, ainsi que des Bécassines des marais en hivernage. Le Blongios nain y est également nicheur régulier/récent. Le vaste bassin d'orage des Prés Carrés est un bassin permanent peu profond, situé dans la partie la plus fréquentée du parc. Le Grèbe huppé niche sur ces berges. Par ailleurs, le parc porte des tronçons très peu naturels du Sausset, sans développement de cortèges végétaux spécifiques des milieux humides.
Milieux forestiers	83,1	44,7%	Les boisements du Sausset sont jeunes. Toutes les essences existant en Île-de-France ont été plantées dans des petites parcelles adjacentes, seules ou en association. Il s'agit actuellement principalement de perchis sombre au sous-bois assez peu développé. Les éclaircies planifiées à la plantation sont en cours de réalisation, pour permettre la poursuite de la croissance.
Pelouses et cultures	33,3	17,9%	Les cortèges végétaux du coteau sec du Sausset sont assez bien connus. Ils sont constitués d'espèces caractéristiques des pelouses calcaires sur marne. On y trouve en particulier la Chlore perfoliée et plusieurs espèces d'orchidées. Par la naturalité des cortèges végétaux et leur adéquation au substrat marneux, la végétation du coteau sec est la plus naturelle des grands parcs départementaux.
Milieux ouverts	49,5	26,6%	
Zones non végétalisées	11,8	6,3%	-
Total	**186**	**100%**	

Occupation du sol par type de milieu sur le Parc du Sausset

Parc du Sausset – Entrée en souterrain du ruisseau du Sausset (Biotope, 2014)

L'Étang de Savigny est le principal plan d'eau du parc. Sa fonction première est de réguler les eaux du ruisseau du Sausset qui le longe en souterrain dans un collecteur enterré. Les déblais ont été répartis sur sa rive sud, dans l'espace entre l'étang et la RN2. La demande en espaces verts et le développement rapide de l'urbanisation ont conduit à la création du parc autour de l'étang.

Il existe des relations étroites entre l'étang et le ruisseau :

- en amont (au pied de la voie ferrée) et en aval (près de la RN2), il existe des ouvrages appartenant à la Direction de l'Eau et de l'Assainissement (DEA) du Conseil Général de Seine-Saint-Denis (CG93) qui assurent la relation hydraulique,
- l'ouvrage amont est prévu pour fonctionner dans le sens ruisseau – étang et a pour fonction de décharger le ruisseau en cas de débit important,
- l'ouvrage aval est prévu pour fonctionner dans le sens étang – ruisseau et sert de trop plein à l'étang.

Parc du Sausset – Étang de Savigny depuis la passerelle (Biotope, 2014)

Parc du Sausset – Liaison aval entre le ruisseau du Sausset et l'Étang de Savigny – Ouvrage DEA (CG93)

En temps normal, hors période de crue du Sausset, les relations entre l'étang et le ruisseau sont limitées au sens étang – ruisseau. En effet, l'Étang de Savigny est principalement alimenté par les eaux souterraines. Son niveau d'eau reflète la piézométrie de la nappe.

Le Marais, principale autre zone humide, présente un plan d'eau lui aussi alimenté par la nappe. En cas d'insuffisance, de l'eau est pompée dans l'Étang de Savigny. Ce pompage est en cours de remplacement par un pompage dans la nappe directement. Les mares sont des petits plans d'eau d'origine artificielle répartis dans l'ensemble du parc. Ils sont totalement étanches par construction. Ils sont alimentés en eau par le personnel du parc en cas de besoin.

Parc du Sausset – Vue générale du Marais (Biotope, 2014)

La piézométrie locale de la nappe du Calcaire de Saint-Ouen n'a pas fait l'objet d'étude particulière. Cependant, le Ruisseau du Sausset, dans sa partie non canalisée qui traverse le Parc, draine cette nappe. Il interfère donc directement sur la piézométrie au niveau du parc. L'Étang de Savigny a été creusé en dérivation du Ruisseau du Sausset pour servir d'ouvrage de régulation des débits. Le niveau permanent de cet étang est en fait celui du niveau de la nappe. En effet, il n'y a pas eu d'étanchéification à la construction de l'ouvrage. De plus, à la cote de l'ancien ruisseau, le niveau est le calcaire de Saint-Ouen.

Le Marais a lui aussi été creusé artificiellement dans le but d'améliorer la qualité écologique du site. Il présente lui aussi un plan d'eau dont le niveau est celui de la nappe au droit du site. Un forage a été creusé pour alimenter le Marais en eau. Le niveau statique observé lors des travaux de forage (14 décembre 2010) et d'essais de pompage (18 mars 2010) correspond à une cote de 49,90 m NGF. Cette cote correspond à peu de choses près à la cote du déversoir aval qui gouverne le niveau de l'Étang de Savigny (49,84 m NGF). Elle confirme le fait que le niveau de l'Étang de Savigny est le niveau piézométrique.

La cote du niveau statique confirme également le fait que la piézométrie est organisée selon l'axe du Ruisseau du Sausset : les courbes isopièzes lui sont parallèles, l'écoulement de la nappe lui étant perpendiculaire.

La carte page suivante présente les résultats des inventaires naturalistes réalisés en 2011 et 2013 : habitats naturels, avifaune (définition des habitats d'espèces, par cortège, et relevé d'espèces), prospections relatives aux amphibiens et aux insectes.

Site Natura 2000 : Parc du Sausset

Légende

Fuseau d'étude
Site Natura 2000

Habitats :

- Aulnaie-Frénaie
- Bassins de parcs
- Chênaies-Hétraies dont boisements pionniers
- Communautés sub-naturelles des parcs
- Cultures
- Erablaies et Frênaies pionnières
- Formation de grandes Laîches
- Fourrés arbustifs ornementaux
- Friches vivaces sèches
- Mare
- Ourlet mésophile à Origan
- Parcelles boisées de parcs
- Pelouses de parcs
- Plantation de résineux
- Prairie semée
- Prairies humides
- Prairies mésophiles de fauche
- Roselières au sens large

Légende

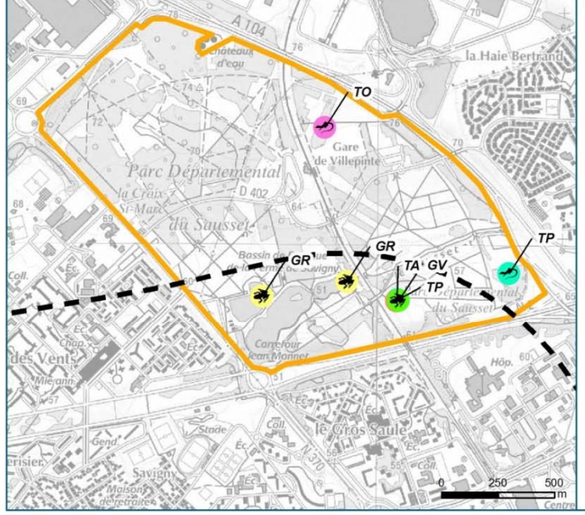
Fuseau d'étude
Site Natura 2000

Espèces d'oiseaux :

- BB : Butor blongios, Blongios nain
- FG : Fauvette grisette
- GC : Grèbe castagneux
- LM : Linotte mélodieuse
- RV : Rousserolle verderolle

Cortèges :

- Cortège des milieux anthropiques
- Cortège des milieux arbustifs
- Cortège des milieux boisés
- Cortège des milieux boisés et anthropiques
- Cortège des milieux boisés et ouverts
- Cortège des milieux humides
- Cortège des milieux ouverts
- Cortège des milieux ouverts et arbustifs

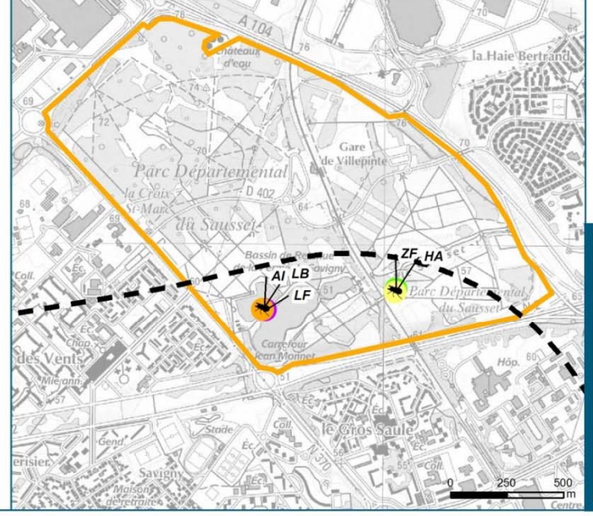


Légende

Fuseau d'étude
Site Natura 2000

Amphibiens:

- GR : Grenouille rieuse
- GV : Grenouille verte
- TA : Triton alpestre
- TP : Triton palmé
- TO : Triton ponctué

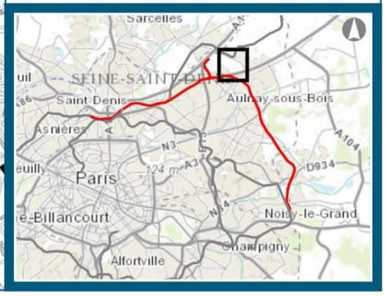


Légende

Fuseau d'étude
Site Natura 2000

Insectes :

- AI : Aeschne isocèle
- HA : Hespérie de l'alcée
- LB : Leste brun
- ZF : Zygène de la filipendule
- LF : Libellule fauve



4.1.4. Parc de la Poudrerie et Bois de la Tussion

Le parc forestier de la Poudrerie est situé à l'est du département de la Seine-Saint-Denis, à 12 km au Nord-est de Paris. Le parc s'étend sur les communes de Sevran, Villepinte, Vaujours et Livry-Gargan. Le territoire est occupé majoritairement par un tissu résidentiel d'habitat individuel, où se disséminent quelques secteurs d'habitat collectif dense. Le parc est situé en bordure de la zone rurale, à l'intérieur de la ceinture verte régionale et sur la liaison verte composée par le canal de l'Ourcq. Le parc forestier de la Poudrerie est un vestige de l'ancienne forêt de Bondy qui s'étendait jusqu'au bois de Vincennes. Il s'étend aujourd'hui sur une surface de 144 ha dont 119 ha ouverts au public.

Le parc dispose d'une bonne desserte en transport en commun grâce aux deux gares du RER B (« Sevran-Livry » et « Vert-Galant ») et à une dizaine de lignes de bus. Les accès au Parc sont nombreux et répartis sur l'ensemble de son périmètre, à l'exception de deux secteurs : le Bois de la Tussion au nord-est fermé pour cause de risque naturel d'effondrement de gypse et une zone « nature » au sud-est pour la tranquillité et la préservation de certaines espèces. Une étude de fréquentation réalisée pour le compte de l'Agence des Espaces Verts a été réalisée sur le parc de la Poudrerie, elle met en avant une fréquentation de un million de visiteurs par an. Le Parc est fréquenté en majorité par des usagers provenant d'un rayon de 5 km, et venant à pied.

Le parc possède des cheminements piétons et cyclables et différents bâtiments relatifs à ses anciennes fonctions de poudrerie impériale puis nationale, conservés comme éléments patrimoniaux. D'autres équipements relatifs à ses fonctions d'espace vert de loisir ont été créés, il y a notamment deux aires de jeux, sept terrains sportifs et un poney club.

Parc de la Poudrerie - Cheminement piéton dans le parc forestier de la Poudrerie (Biotope, 2014)

Le Parc forestier de la Poudrerie et le bois de la Tussion s'inscrivent dans différents périmètres d'inventaire et de protection du patrimoine naturel :

- Zone de Protection Spéciale Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis
- Espace Boisé Classé
- Site classé « Parc forestier de Sevran et ses abords »
- Zone Naturelle d'intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type I « Parc forestier de Sevran, bois de la Tussion et bois des Sablons »
- Zone Naturelle d'intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type II « Massif de l'Aulnoye, Parc de Sevran et la Fosse Maussoin »
- Les espèces ayant permis le classement de ce site en ZPS sont les suivantes : Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar.

Le Parc est composé d'espaces boisés et d'espaces ouverts, occupés par des prairies ou des pelouses, des mares et des plans d'eau.

	Surface (ha)	Pourcentage
Milieux humides	0,9	0,6%
Milieux forestiers	112	77,8%
Pelouses et cultures	11	7,7%
Milieux ouverts	1,4	1%
Zones non végétalisées	18,6	12,9%
Total	144	100%

Occupation du sol par type de milieu

Les boisements sont pour la majorité matures, les arbres ont donc un diamètre qui peut être important (supérieur à 40 cm). Il faut également préciser que le parc est composé à 60 % de chênes. Ces facteurs permettent ainsi dans certains secteurs du parc la nidification des Pics (Pic noir, Pic mar, Pic vert, Pic épeiche, Pic épeichette). Des bois morts sont laissés en forêt pour favoriser la présence d'insectes saproxylophages.

La lecture de la carte IGN au 1/25000ème montre que le Parc Forestier de la Poudrerie n'est pas en relation directe avec le réseau hydrographique.

Le Canal de l'Ourcq est le seul élément du réseau hydrographique local visible actuellement. Les autres éléments ont été, soit enterrés ou busés (Morée), soit détournés pour alimenter le canal en eau. Par ailleurs, le canal traverse le parc dans une tranchée, dont la profondeur atteint 10 mètres au droit du parc, et qui permet au canal de franchir la ligne de partage des eaux entre le bassin versant du Croult, dont l'exutoire est la Seine, et celui de la Beuvronne, dont l'exutoire est la Marne. L'étanchéité du canal n'a pas d'incidence sur le fonctionnement hydraulique de

l'emprise du parc. Les 10 m de dénivelé entre le niveau du boisement et la cote de retenue normale assurent cette déconnexion. A contrario, l'incidence du fonctionnement hydraulique du parc sur celui du canal existe. La plus évidente réside dans les ouvrages déversoir existant en 3 points visibles des berges du canal au droit du parc : les eaux superficielles, lorsque le ruissellement est suffisant, se déversent de façon organisée dans le canal. L'absence de résurgence et de milieux humides au pied du talus de la tranchée montre que la piézométrie est en permanence (sauf situation exceptionnelle) sous le niveau du chemin de halage.

Parc de la Poudrerie – Le Canal de l'Ourcq au droit du parc depuis le pont (Biotope, 2014)

La construction de la Poudrerie a conduit à un profond remaniement de la surface du sol d'une grande partie du parc actuel Il fallait à la fois collecter l'eau, la faire circuler pour en évacuer une partie et la stocker pour satisfaire les besoins (machines à vapeur et réserves incendie). Outre la construction des bâtiments qui a nécessité des terrassements parfois importants, un réseau de fossés et de mares, localement complété par des conduites, a été mis en place au cours de l'histoire du site. Ce réseau forme le réseau hydrographique du site et est connecté au Canal de l'Ourcq qui sert d'exutoire final. Actuellement, ce réseau n'est plus fonctionnel pour l'essentiel et certains éléments ont disparu. Les relations actuelles du parc avec le Canal de l'Ourcq consistent en des apports d'eau de ruissellement en cas de forte pluie et de drainage des versants de la tranchée. Ces apports sont plus ou moins diffus le long de la tranchée.

Les plans d'eau du parc sont des mares dont la vocation originelle était de servir de réserve d'eau, principalement pour l'incendie. Elles ont une origine artificielle et ont été creusées dans le terrain en place. Elles ont été étanchéifiées en cas de nécessité, en particulier lorsque la couche de sable présente dans le parc est suffisamment épaisse. Ces mares sont réparties en deux groupes :

- un groupe de mares relativement grandes est situé dans la partie ouest du parc, à proximité des bâtiments de production. Leur implantation date de la fin du XIXème siècle. Elles étaient au nombre de 4 à l'origine. Seules 3 sont encore visibles actuellement : la Mare au Martin-pêcheur, la Mare au Croissant et la Mare à l'Îlot ;

- un groupe de mares de taille petite à moyenne est situé dans la zone nature. Plus récentes, elles sont au nombre de 3 : la Mare au Renard, la Mare aux Thyphas et la Mare à l'Aulne.

Elles présentent de nombreuses caractéristiques communes :

- les berges sont, sauf exception, peu propices au développement d'une végétation hélophyte car elles sont en pente forte : la partie en eau en permanence se trouve dans le niveau de marne argileuse existant dans le parc ;

- leur taille est souvent insuffisante pour un éclairage naturel suffisant : une grande partie de leur surface est ombragée par les arbres du boisement ;

- la circulation de l'eau y est en général peu importante : il faut vraisemblablement une pluviométrie significative pour qu'un flux d'eau les traverse.

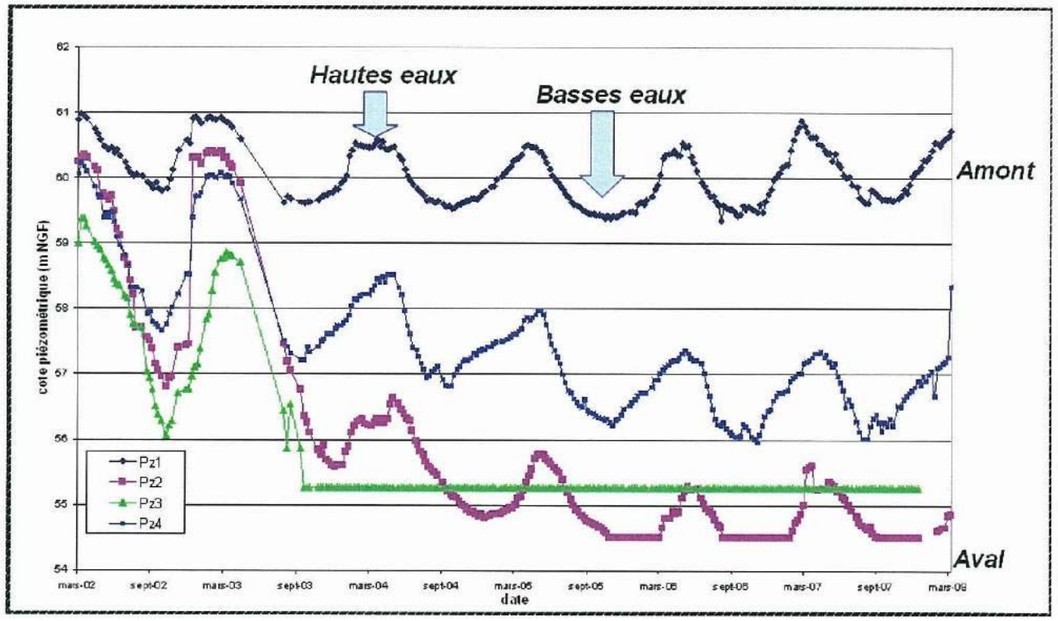
Elles jouent cependant, avec le réseau de fossés, un rôle important dans la gestion des fortes précipitations. L'étude INERIS (2010) indique que le parc est susceptible d'être inondé par ruissellement lors de fortes précipitations. L'alimentation en eau par les eaux superficielles apparaît donc comme prépondérante.

D'après l'étude historique de l'INERIS (2010), une partie du réseau de fossés a été mis en place pour drainer cette nappe superficielle et assainir le site avant la construction de la poudrerie. Les mares, connectées à ce réseau, fonctionnent comme des citernes de rétention à ciel ouvert. Leur fond repose directement sur le niveau marneux.

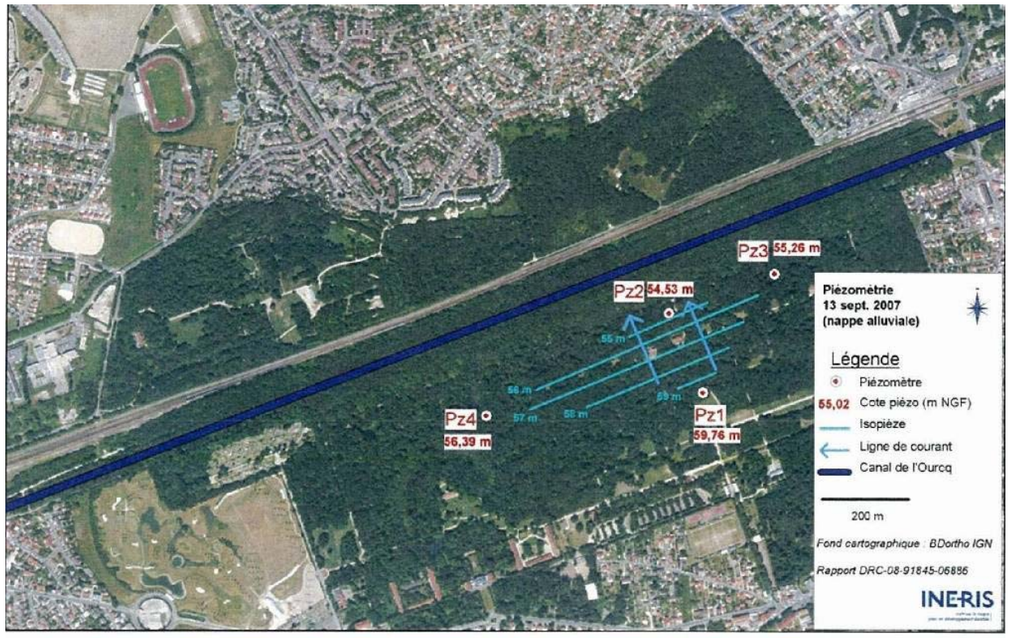
Par ailleurs, la présence du Canal de l'Ourcq perturbe la piézométrie locale. Cette tranchée joue le rôle de drain pour les niveaux concernés et abaisse donc la piézométrie.

Ce constat est confirmé par l'analyse piézométrique faite par l'INERIS à partir du suivi piézométrique réalisé sur 4 piézomètres implantés dans le parc. Leur profondeur de 6,50 m permet le suivi de la nappe superficielle. Le niveau piézométrique est relativement homogène dans ces piézomètres et varie en corrélation forte avec la pluviométrie (voir figure ci-après). La saisonnalité est classique, le niveau bas se produisant en septembre et le niveau haut en mars-avril.

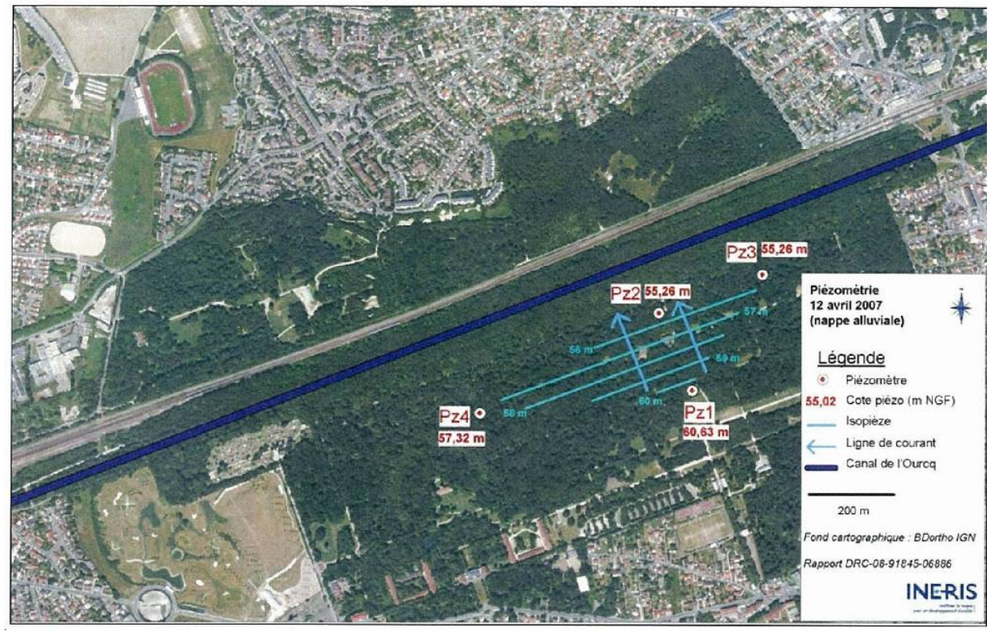
L'INERIS a esquissé une carte piézométrique à partir des données recueillies. Les cartes de hautes et basses eaux sont présentées figures ci-après.



Parc de la Poudrerie – Piézométrie de mars 2002 à mars 2008 des 4 piézomètres captant la nappe superficielle – INERIS 2010.



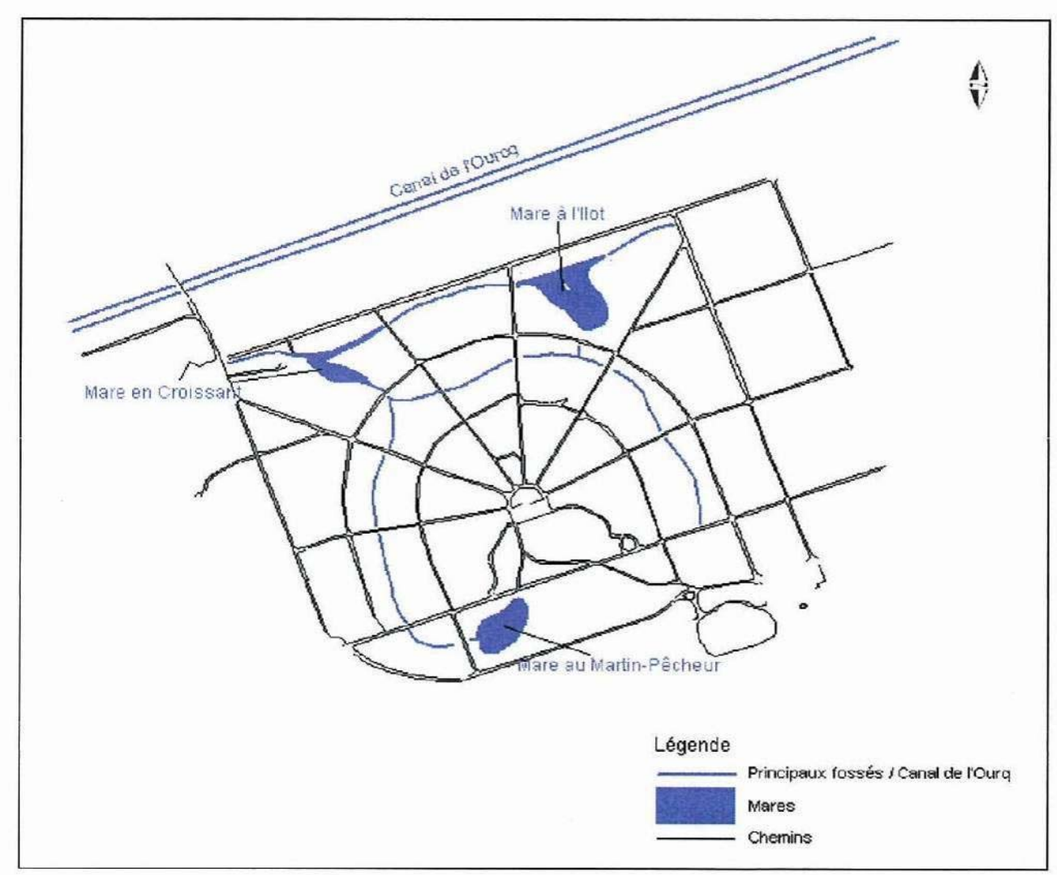
Parc de la Poudrerie – Esquisse de la piézométrie de la nappe superficielle en septembre 2007 (période de basses eaux) – INERIS 2010.



Parc de la Poudrerie – Esquisse de la piézométrie de la nappe superficielle en avril 2007 (période de hautes eaux) – INERIS 2010.

Les caractéristiques actuelles des plans d'eau du parc résultent des travaux réalisés au cours de l'histoire sur le site. Ils sont organisés en réseau connecté au Canal de l'Ourcq. La partie principale de ce réseau est visible sur la figure ci-dessous.

Les connexions au Canal de l'Ourcq restent fonctionnelles mais fonctionnent rarement.



Parc de la Poudrerie – Réseau principal des mares et fossés – INERIS 2010

Le système comprenant les mares et les fossés fonctionne naturellement sans intervention humaine :

- il existe des seuils qui ont une incidence limitée sur le niveau d'eau des mares lorsqu'il est inférieur à la cote du seuil. Lors de la visite de terrain, en avril 2011, période marquée par une sécheresse importante, le niveau d'eau des mares était inférieur au seuil présent à la sortie de chaque mare et permettant la rétention. En période de hautes eaux, le seuil régule le niveau d'eau en permettant l'écoulement vers le fossé aval ;

- Il n'y a pas d'alimentation artificielle par forage.

Le niveau fluctue donc avant tout avec la pluviométrie et la piézométrie de la nappe superficielle et n'est pas maîtrisé.

La carte page suivante présente les résultats des inventaires naturalistes réalisés en 2011 et 2013 : habitats naturels, avifaune (définition des habitats d'espèces, par cortège, et relevé d'espèces).

Site Natura 2000 : Forêt de la Poudrerie

Légende

- Fuseau d'étude
- Site Natura 2000

Habitats :

- Canaux navigables
- Chênaies-Hétraies dont boisements pionniers
- Erablaies et Frênaies pionnières
- Mare
- Parcelles boisées de parcs
- Pelouses de parcs
- Voies ferrées

Légende

- Fuseau d'étude
- Site Natura 2000

Espèces de Pic :

- Loge de Pic noir en 2008
- Loge de Pic noir en 2009
- Loge de Pic noir en 2010
- Loge de Pic noir en 2011
- Pic mar

Cortèges :

- Cortège des milieux anthropiques
- Cortège des milieux boisés
- Cortège des milieux humides
- Cortège des milieux ouverts

4.1.5. Parc départemental de la Haute-Ile

Le Parc de la Haute-Ile se situe à l'est du département de la Seine-Saint-Denis sur la commune de Neuilly-sur-Marne. Il se trouve à une dizaine de kilomètres de Paris. Le parc départemental de la Haute-Ile s'étend sur 65 ha environ d'anciennes terres agricoles entre la Marne au sud et à l'est et le canal de Chelles au nord. À ce jour, le parc n'est pas fréquenté de manière trop importante.

Le parc départemental de la Haute-Ile s'inscrit dans différents périmètres d'inventaire et de protection du patrimoine naturel :

- Zone de Protection Spéciale Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis
- Zone Naturelle d'intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type I « Plaine inondable de la Haute-Ile »
- Les espèces ayant permis le classement de ce site en ZPS sont les suivantes : Bondrée apivore, Busard cendré, Busard Saint-Martin, Gorgebleue à miroir, Hibou des marais, Martin pêcheur d'Europe, Pie-grièche écorcheur, Sterne pierregarin.

	Surface (ha)	**Pourcentage**
Milieux humides	18,2	23,6%
Milieux forestiers	18,1	23,5
Pelouses et cultures	0,2	0,3%
Milieux ouverts	35,7	46,3%
Zones non végétalisées	4,9	6,3%
Total	**77,1**	**100%**

Occupation du sol par type de milieu

Les aménagements ainsi que la gestion différenciée qui est menée sur le site permettent l'accueil d'une centaine d'espèces d'oiseaux, parmi lesquels on trouve certaines espèces de la directive « Oiseaux ». Un radeau à Sternes a été installé sur le site, il constitue un habitat favorable pour la nidification des Sternes pierregarin. Des observatoires ornithologiques ont été installés sur le parc afin que les visiteurs puissent observer les oiseaux tout en préservant leur tranquillité

Parc de la Haute-Ile - Observatoire ornithologique (Biotope, 2014)

Le Parc départemental de la Haute-Ile est situé dans une boucle de la Marne. Le terrain du parc est isolé par le Canal de Chelles qui commence sur la commune Vaires-sur-Marne (77) en amont et se termine sur la commune de Neuilly-sur-Marne à l'aval immédiat du parc. Avant son acquisition par le CG93, le terrain du parc faisait partie de la propriété de l'Hôpital de Ville-Evrard, situé de l'autre côté du canal.

Il n'y a pas de réseau hydrographique superficiel en dehors de la Marne et du canal.

Le canal a été construit pour éviter la chute de Noisiel (77) dans la deuxième moitié du XIXème siècle. Dès la construction, ce canal a connu des problèmes d'étanchéité. Ces problèmes persistent toujours. Ce canal est étroit par rapport aux péniches qui y circulent actuellement, ce qui engendre des problèmes d'érosion sur les berges due au batillage.

Parc de la Haute-Ile – Le Canal de Chelles (Biotope, 2014)

La Marne, dans sa section qui longe le parc, n'a pas été chenalisée à cause de la présence du canal. Côté est, en amont du parc, la Marne effectue un virage à angle droit qui lui permet de s'écarter du canal. La zone extérieure du méandre, dans le sens de l'écoulement, est sujette à une forte érosion car le courant butte sur la berge. Cette zone a été renforcée pour maintenir la berge.

La source d'alimentation en eau souterraine du Parc de la Haute Ile se situe dans le piémont de la butte de l'Aulnoye, en amont du Canal de Chelles. Seule la rive droite de la Marne est concernée par l'alimentation en eau du parc. La rive gauche ne l'est pas, la Marne jouant le rôle de barrière hydraulique. La nappe des Sables de Beauchamp n'est pas concernée par l'alimentation en eau du parc. Elle est séparée de la nappe des alluvions / Calcaire de Saint-Ouen par un niveau argileux.

Les trois plans d'eau du Parc n'ont pas d'exutoire avec les eaux superficielles. Le niveau d'eau dans chacun d'eux dépend donc directement du niveau piézométrique de la nappe des alluvions. En revanche, ils sont directement interconnectés entre eux, la connexion se faisant par l'intermédiaire d'ouvrages hydrauliques fixes. Les trois plans d'eau sont situés en série, c'est-à-dire qu'ils se déversent les uns dans les autres et qu'il existe un plan d'eau amont et un plan d'eau aval, le troisième servant d'intermédiaire. Ce circuit d'eau est adapté au gradient piézométrique existant sur le site perpendiculairement à la Marne. Ce gradient, variant de 1 à 2 m en fonction du niveau d'eau de la Marne, permet l'étagement des niveaux d'eau dans les plans d'eau et donc la circulation de l'eau entre eux. Il n'y a pas de gestion humaine significative des niveaux d'eau sur le parc car la piézométrie de la nappe en est le déterminant essentiel.

4.1.6. Parc départemental de la Fosse-Maussoin

Le périmètre de la Zone de Protection Spéciale se situe sur les anciennes carrières de gypse de la Fosse Maussoin, exploitées entre la fin des années 1860 et 1965. Il s'étend, à l'ouest jusqu'au centre commercial Clichy 2, à l'est jusqu'aux limites du parc départemental de la Fosse Maussoin, et est limité au nord par le boulevard Gagarine et au sud par le boulevard du Temple. Le site abrite un patrimoine naturel remarquable qui lui a permis d'être classé parmi les 15 parcs du site Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis. Le parc départemental est très enclavé. Une grande partie du site est fermée au public et les deux entrées boulevard de la Chapelle sont difficilement perceptibles par les habitants au-delà du quartier pavillonnaire. Le Département souhaite étendre le parc actuel aux 14 hectares actuellement fermés au public. Cet espace appartient au Département de la Seine-Saint-Denis, qui doit dans un premier temps combler les carrières souterraines pour permettre une ouverture au public sans danger. La zone est laissée à l'abandon depuis plus de trente ans.

4.1.7. Bois de Bernouille

Situé sur le territoire de la commune de Coubron, c'est l'un des derniers boisements de l'ancienne forêt de Bondy, s'étendant autrefois sur plusieurs milliers d'hectares. Longtemps exploité à des fins cynégétiques et sylvicoles, le bois de Bernouille localisé également sur les buttes témoins du Coteau de l'Aulnoye, est exploité depuis les années 1990 pour son substrat gypseux. Afin de concilier les impératifs économiques et la préservation du peuplement forestier, son exploitation est aujourd'hui réalisée en cavage. Dans ce contexte de préservation du peuplement forestier, le bois de Bernouille est classé en Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope le 16 février 1998. Depuis, le maintien actuel du milieu réalisé par la commune de Coubron, gestionnaire du site, lui a permis d'être classé en avril 2006 parmi les 15 parcs constituant le site Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis.

4.1.8. Forêt de Chelles

Le bois de Chelles n'est pas ouvert au public. Le site, majoritairement forestier (>97%), est également concerné par les zonages suivants :

- Zone de Protection Spéciale Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis, arrêté 04/2006.
- Espace Boisé Classé.
- Projet de création d'un périmètre d'Espace Naturel Sensible des Coteaux de l'Aulnoye (370 ha).
- Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type I, «Massif de l'Aulnoye et carrières de Vaujours et Livry-Gargan» (584 ha), 2010.
- Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique de type II, «Massif de l'Aulnoye, Parc de Sevran et la Fosse Maussoin» (790 ha), 2010.

La forêt de Chelles, avec le Bois de Bernouille et les Coteaux de l'Aulnoye, font parties du périmètre régional des Coteaux de l'Aulnoye : cet espace de 255 hectares est l'un des Périmètres d'Intervention Foncière (PRIF) de l'Agence des Espaces Verts. La société Placoplatre est le principal propriétaire privé de cet espace (bois de Chelles, bois de Bernouille…).

Le continuum boisé associé à des milieux ouverts de l'Aulnoye est constitué des bois de Chelles, bois de Bernouille, de la forêt de Bondy et de l'ensemble des Coteaux de l'Aulnoye est le moins fragmenté et le moins enclavé dans l'urbanisation du site. Il est encore relié à la couronne rurale et est le plus rapproché du site Natura 2000 des boucles de la Marne. Les principaux facteurs de fragmentation sont deux routes traversant ce massif d'est en ouest

4.1.9. Coteaux de l'Aulnoye

Le massif de l'Aulnoye forme un ensemble au caractère naturel et agricole important. Le site Natura 2000 intègre trois espaces de ce massif : le bois de Bernouille, le bois de Chelles et une partie des Coteaux de l'Aulnoye (dénomination de l'entité de la Zone de Protection Spéciale). Le bois de Chelles et le bois de Bernouille, exploités en cavage, sont des sites boisés clos, où la fréquentation est maîtrisée ou interdite, ce qui en fait des espaces naturels préservés. La zone des Coteaux de l'Aulnoye est composée de prairies et de zones agricoles exploitées. Le patrimoine naturel remarquable de ce site et la diversité des milieux ont permis de classer le bois de Bernouille, le bois de Chelles et les Coteaux de l'Aulnoye au sein du site Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis

4.1.10. Parc départemental de l'Ile-Saint-Denis

Ile fluviale et entité communale, l'Ile-Saint-Denis possède un patrimoine naturel très riche. En 1971, le Département de la Seine-Saint-Denis décide d'acquérir d'anciens terrains maraîchers devenus décharges sauvages, en vue de créer un espace vert au nord de la commune de l'Ile-Saint-Denis. Les travaux de création du site débutent en 1981 et s'organiseront en plusieurs tranches pour s'achever en 1990. La configuration particulière du site, un parc longiligne dont la largeur maximale est de 175 mètres, a été prise en compte dans le projet d'aménagement. Afin d'offrir un relief vallonné, le remodelage du terrain a nécessité l'apport de 260 000 m³ de remblais. Ilot de verdure dans une zone très urbanisée, le parc départemental de l'Ile-Saint-Denis

(23 ha) est fréquenté par une grande diversité d'oiseaux. Cette faune est attirée par les zones enherbées, les bosquets et les massifs de végétaux ainsi que par la proximité de la Seine. La présence de cette faune a notamment permis au parc départemental de l'Ile-Saint-Denis d'être classé parmi les 15 parcs du site Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis.

4.1.11. Parc départemental Jean Moulin les Guilands

Situé à la porte de Paris, ce parc départemental de 26 hectares est né de la réunification de deux parcs : le parc communal des Guilands, à Montreuil, et le parc départemental Jean Moulin, à Bagnolet. Bien ancré dans le tissu urbain, le projet d'aménagement assure une unité forte entre les deux territoires. La coupure symbolisée par une route entre les deux parcs (rue de l'Epine) disparaît grâce à une liaison à la fois physique et virtuelle : une passerelle intégrée à une vaste pelouse, «la Grande Traverse».

Comme tous les autres parcs départementaux, le parc Jean Moulin - Les Guilands a bénéficié d'une gestion particulière permettant ainsi de lier préservation de la biodiversité et accueil du public. La mise en place de cette gestion a notamment permis de classer en 2006 le parc départemental Jean Moulin – Les Guilands, au côté des quatorze autres parcs du site Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis

4.1.12. Parc des Beaumonts à Montreuil

Le parc des Beaumonts est une ancienne carrière de gypse, exploitée entre autres pour la construction des fameux «murs à pêches» de Montreuil. Certaines galeries ont par la suite été louées à des producteurs de champignons. Dans les années 1960, la commune de Montreuil a acheté des terrains afin d'y aménager un parc urbain pour répondre au manque d'espaces verts dans l'Est parisien. Le parc, d'une surface de 22 ha, est situé à flanc de coteau, à une dizaine de minutes à pied du centre-ville. D'après le plan de gestion 2008-2013, le parc se divise en trois grands ensembles. L'espace du « Bel air » (6 ha) situé sur le plateau et géré en espace vert « traditionnel », c'est-à-dire en grandes surfaces planes de pelouses tondues, parsemées d'arbres isolés et de haies. L'espace « Mabille » (5 ha) en terrain vallonné, composé de pelouses entretenues et d'arbres isolés, et cerclé par la zone boisée du parc. L'espace « naturel » (11 ha) avec une friche située sur le plateau et quelques mares. C'est à la suite des observations d'un ornithologue montreuillois, Pierre Rousset, que la Ville a décidé de confier à des scientifiques la réalisation d'une étude écologique. La richesse du milieu dans la partie du parc non encore aménagée (l'espace naturel) a été mise en évidence lors de ces études.

Cet espace comprend des habitats très différents, où coexistent de multiples espèces végétales et animales. De ce constat est née l'idée d'un projet d'aménagement permettant d'ouvrir cette partie du parc au public, tout en préservant la richesse des milieux naturels, et même de l'augmenter par la création de biotopes supplémentaires (zones humides, prairies fleuries, etc). La méthode de gestion mise en place dès l'aménagement du parc en 1998 a permis le développement d'un patrimoine naturel remarquable, qui a induit en avril 2006 le classement des Beaumonts au sein du site Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis.

4.2. Fiches espèces de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis)

Le Blongios nain

Ixobrychus minutus

Code Natura 2000 : A 022

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Ciconiiformes
- Famille : Ardéidés

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
  - Protection nationale : L.414-1 et L.414-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II
- Convention de Bonn : Annexe II
- Liste rouge nationale : Espèce En Danger

Description de l'espèce

Un des plus petits hérons du Monde (environ 30 cm).
Mâle : calotte et dos noir, grande plage beige orangé sur les ailes, ventre et poitrine beige striée de brun orangé. Joues gris bleu, bec jaune à pointe noire.
Femelle : même motif que le mâle mais en beaucoup plus terne

Répartition en France et en Europe

Le Blongios nain est présent dans toute l'Europe continentale au sud du 59° parallèle.
En France, l'essentiel de la distribution se répartit du nord à l'est du pays en passant par la vallée du Rhône, toute la côte méditerranéenne puis vers l'ouest dans la vallée de la Garonne.

Biologie et Ecologie

Habitats
Le Blongios nain apprécie particulièrement les bords d'étangs, les cours d'eau lents et les marais mais aussi les sablières, les grands parcs urbains ou les bassins de retenue. L'existence de roselières denses et de zones humides sont des éléments déterminants pour sa présence.

Régime alimentaire
Le Blongios nain utilise généralement pour se nourrir les trouées au sein des roselières ainsi que les berges de canaux. Le régime alimentaire est essentiellement basé sur des insectes aquatiques, des batraciens et des petits poissons.

Reproduction et activités
La brièveté de la présence du Blongios nain en France renforce son caractère discret et sa présence est très difficile à détecter.
Le Blongios est un nicheur solitaire. Le nid est caché dans la végétation accroché à des roseaux ou dans des buissons. 2 à 7 œufs sont pondus en général entre fin mai à début juin. L'incubation dure de 16 à 20 jours. L'élevage dure environ 4 semaines jusqu'à l'envol des jeunes.

Migration
Le Blongios nain arrive en France aux alentours du mois de mai et repart dès le mois d'août-septembre. Les zones d'hivernage semblent situées en Afrique de l'Est où il arrive en suivant une voie de migration orientale (Italie, rive orientale de la Méditerranée, Péninsule Arabique). La migration retour semble plus occidentale, mais globalement les axes migratoires de ce petit héron sont très mal connus.

État des populations et tendances d'évolution des effectifs

L'Europe compte entre 40 000 et 100 000 couples nicheurs et l'espèce est considérée comme vulnérable et en fort déclin.

En France, l'espèce est considérée comme en danger. La population de Blongios nain y est en fort déclin, suivant ainsi la tendance générale européenne. Ainsi, l'effectif était estimé à 2 000 couples en 1968, 453 couples en 1983 et 242 couples en 1997 (Rocamora & al, 1999). Certaines régions de France (littoral atlantique, Picardie, Flandre) ont perdu 80 % de leurs effectifs au cours de cette période. Cependant l'espèce est extrêmement discrète et de nombreux oiseaux passent sans doute inaperçus, notamment dans les grands marais peu accessibles, mais aussi dans les certaines petites zones humides où sa présence n'est pas recherchée.

En Ile-de-France, l'espèce est considérée comme un nicheur très rare, en régression depuis 1976. L'effectif reproducteur est estimé à une vingtaine de couples (DIREN Ile-de-France, 2007, Barth & Letourneau, 2006).

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur l'entité étudiée

Sur le Parc Georges Valbon, l'espèce niche dans les roselières installées à proximité de plans d'eau artificiels et naturels. Tous les plans d'eau du parc avec des roselières font partie du territoire de chasse de l'espèce, au même titre que d'autres plans d'eau à proximité immédiate du parc : le bassin de la Molette et le Bassin des Brouillards (ces deux derniers bassins étant hors site Natura 2000) (Mur & al, 2006 ; LPO Île-de-France, comm. Pers).
Sur le parc de Sausset, le lieu-dit du « Marais » est également favorable à la nidification de l'espèce (roselières…)

État de conservation de la population sur le site Natura 2000

Le Blongios nain est suivi depuis 1995 sur le Parc Georges Valbon où il niche régulièrement. Les effectifs varient de 5 couples en 1995 à 1 couple en 2001. En 2004, une augmentation par rapport aux années précédentes du nombre d'adultes est constatée sur le site, ainsi que du nombre de jeunes à l'envol. 3 couples ont été notés en 2010 (Paikine, 2010). Cette population se maintient, mais n'en est pas moins extrêmement fragile. Son effectif très faible hypothèque fortement sa pérennité. Cependant, il ressort des données recueillies au Parc de Georges Valbon que si la population de Blongios nain reste très fragile, un potentiel d'accroissement existe puisque le nombre total d'adultes sur le Parc au cours d'une même saison de reproduction était en 2010 de 12. En 2011, ce sont 2 mâles et 1 femelle qui ont été observés sur l'étang des Brouillards.

L'espèce a également été observée ailleurs dans la ZPS :

- dans le Parc du Sausset, dans les roselières du marais en halte migratoire occasionnelle (quelques individus de passage en migration observés), en fin de période de migration pré-nuptiale. (Lair & Barth, 2003 ; Frey, 2004 ;Gibaud, 2006 ;Paikine, 2010) et en période de nidification en 2011.
- dans la Forêt régionale de Bondy où un mâle a été observé à deux reprises en mai 2007 dans la roselière de l'étang Virginie (ANCA, 2007).

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro du Grand Paris Express

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris Express pour le Blongios nain sont :

- La destruction de l'habitat de reproduction de l'espèce (roselières périphériques des plans d'eau) ou de chasse ;
- La dégradation de l'habitat (modification du niveau hydrique…) ;
- Le dérangement en phase travaux comme en phase d'exploitation du projet ;
- La collision directe avec les trains.

Le Martin pêcheur d'Europe

Alcedo atthis

Code Natura 2000 : A 022

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Coraciiformes
- Famille : Alcédinidés

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
  - Protection nationale : L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II
- Liste rouge nationale : Espèce "A surveiller"

Description de l'espèce

Le Martin-pêcheur d'Europe est un oiseau de petite taille (16 à 19 cm), vivant au bord de l'eau, au plumage de couleur bleu vert brillant dessus et roux orangé dessous.
Mâle : bec entièrement noir.
Femelle : identique au mâle, excepté la mandibule inférieure du bec partiellement ou entièrement rouge avec une pointe noire.
Les juvéniles sont plus ternes que les adultes avec le dessus plus vert et le dessous assez pâle.

Répartition en France et en Europe

Le Martin-pêcheur d'Europe possède une vaste répartition. On le trouve dans toute l'Europe exceptée dans les zones de montagnes (Alpes,...) où il est extrêmement rare.

Biologie et Ecologie

Habitats
Le Martin-pêcheur d'Europe habite tous les types de zones humides (rivières, ruisseaux, lacs, étangs, marais) pourvu qu'il y trouve des berges verticales ou des talus pour creuser son nid. Il a besoin également d'une eau peu turbide et peu polluée (pour repérer ses proies) ainsi que de perchoirs au-dessus de l'eau.

Régime alimentaire
L'espèce se nourrit essentiellement de petits poissons mais aussi parfois de petits amphibiens.

Reproduction et activités
Le Martin-pêcheur d'Europe est un oiseau très vivace, pouvant se déplacer en vol jusqu'à 40-45 km/h et qui utilise des perchoirs le long des cours d'eau poissonneux. Il plonge en flèche dans l'eau pour attraper ses proies.
Les parades des couples commencent dès la fin de l'hiver. Les vols nuptiaux sont des poursuites rapides accompagnées de cris aigus. Le nid du Martin-pêcheur est caractéristique, c'est une chambre aménagée au bout d'une galerie creusée dans
une berge abrupte à plus de 80 cm du niveau de l'eau. Le tunnel d'entrée peut mesurer jusqu'à un mètre de long (en général 35 à 90 cm). L'entrée du terrier est souvent ovale et d'un diamètre de 5 à 7 cm.
La ponte (5 à 8 œufs) s'étale entre avril et juillet en fonction des conditions du milieu (gel, crue printanière,...). L'incubation dure 24 à 27 jours et l'élevage environ 1 mois. Le Martin-pêcheur peut faire jusqu'à 3 nichées par an.
Pour trouver sa nourriture, le Martin-pêcheur parcourt en général 2 à 3 km de part et d'autre de son nid le long du cours d'eau, parfois plus.

Migration
Globalement, en France, le Martin-pêcheur peut être considéré comme sédentaire. Cependant, en hiver des oiseaux venus de contrées plus froides peuvent venir renforcer les effectifs.

État des populations et tendances d'évolution des effectifs

La population européenne du Martin-pêcheur d'Europe est fluctuante et estimée entre 79 000 et 160 000 couples (BirdLife International, 2004). Ses densités ne sont jamais très fortes.
En France, l'effectif nicheur est évalué entre 10 000 et 30 000 couples. D'une année sur l'autre, les effectifs reproducteurs peuvent augmenter ou diminuer de 50 %. Il est donc très difficile d'apprécier l'évolution des populations. Ses grandes fluctuations s'expliquent par différents facteurs : grande sensibilité de l'oiseau aux rigueurs hivernales, importante production de jeunes et faible taux de survie.

En Ile-de-France, la population nicheuse, estimée entre 100 et 150 couples, est stable après avoir connue une période de déclin prononcé (DIREN Ile-de-France, 2007).
Sur le site Natura 2000, les effectifs sont faibles mais semblent stabilisés autour de 2 couples. Plusieurs individus sont observés chaque année sur plusieurs zones du site Natura 2000.

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur l'entité étudiée

Le Martin-pêcheur d'Europe creuse son nid dans les berges abruptes de la Seine et la Marne. Les berges de la Haute-Ile offrent également un territoire de vie au Martin pêcheur d'Europe (berges naturelles, perchoirs).

État de conservation de la population sur le site

Le nombre de couples semble rester faible et stable sur le site (1 à 2 couples par an), bien qu'une tendance d'évolution positive semble apparaître à l'échelle départementale entre 2001 et 2002 (LPO Ile-de-France, 2003). Le Martin-pêcheur d'Europe peut être observé plus d'une dizaine de fois certaines années, sans que l'on puisse toutefois distinguer systématiquement s'il s'agit d'individus sédentaires, ou de migrateurs. La population du site Natura 2000 reste fragile compte tenu des effectifs nicheurs et des menaces pesant sur l'espèce.

L'espèce a également été observée ailleurs dans la ZPS. Elle est observée en nidification occasionnelle au Parc départemental de l'Île-Saint-Denis, en haltes migratoires occasionnelles sur le Parc Georges Valbon, du Sausset, dans la Forêt régionale de Bondy, du Parc forestier de la Poudrerie de Sevran et le bois de la Tussion et du parc des Beaumonts et en hivernage occasionnel au niveau du Parc Georges Valbon et du Parc des Beaumonts.

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro du Grand Paris Express

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris Express pour le Martin pêcheur d'Europe sont :

- La destruction par les travaux de l'habitat de reproduction de l'espèce (berges abruptes nues) ;
- La dégradation de l'habitat par les travaux (modification du réseau hydrique) ;
- La pollution des eaux susceptible de diminuer les ressources alimentaires ;
- Le dérangement en phase travaux comme en phase d'exploitation du projet.

Le Pic mar

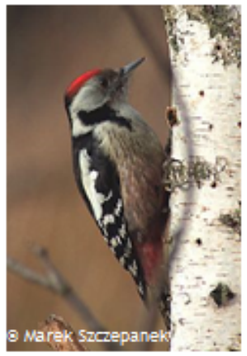
Dendrocopos medius

Code Natura 2000 : A 238

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
  - Protection nationale : L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II
- Liste rouge nationale : Espèce « A surveiller »

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Piciformes
- Famille : Picidés



Description de l'espèce

A peine moins grand que le Pic épeiche (19,5-22 cm), le Pic mar possède, tout comme le Pic épeiche, une calotte rouge, mais pas de moustache noire et le front et les côtés de la tête sont blancs.
Les deux sexes sont semblables, mais le mâle présente une calotte rouge prolongée et d'un rouge plus vif que la femelle.
Les jeunes individus présentent un plumage proche de celui de la femelle mais plus pâle. Le juvénile du Pic mar ressemble fort au Pic épeiche, les risques de confusion sont importants. Il s'en distingue par la moustache noire qui n'atteint pas le bec.

Répartition en France et en Europe

Le Pic mar est une espèce du paléarctique occidental, principalement distribuée en Europe orientale et centrale, plus sporadique à l'ouest et absente des îles Britanniques, de la Scandinavie et de presque toute la zone méditerranéenne, hors les Balkans.

Biologie et Ecologie

Habitats
En France, le Pic mar habite principalement les peuplements forestiers abritant de nombreux arbres âgés (chênes, Charme, Châtaigner) à l'écorce crevassée et aux abondantes branches mortes.

Régime alimentaire
Il s'alimente principalement d'insectes à différents stades de développement (adultes et larves). A la différence des autres pics, il se nourrit surtout d'insectes qu'il prélève à la surface de l'écorce ou qu'il extirpe des fissures superficielles : il attrape rarement ses proies en profondeur dans le bois. Il se tient généralement vers la cime des arbres et sautille souvent le long des grosses branches en chassant les insectes.
Mais il consomme également des graines de charme, des faines et des glands.

Reproduction et activités
Le Pic mar fore ses cavités de nidification dans des troncs très endommagés par le climat ou les insectes. Le diamètre de l'entrée mesure entre 40 et 50 millimètres. La ponte annuelle unique est constituée de 4 à 5 œufs blancs dont l'incubation dure entre 12 et 14 jours. Le mâle et la femelle se relaient à tour de rôle pour couver et participant ensemble à l'élevage des jeunes jusqu'à l'envol qui intervient 22 à 23 jours après l'éclosion.

Migration
Le Pic mar est une espèce sédentaire.

État des populations et tendances d'évolution des effectifs

La population européenne est estimée entre 140 000 et 310 000 couples (BirdLife International, 2004). En France, l'effectif nicheur est estimé à plus de 25 000 couples. Cependant, le Pic mar demeure un oiseau mal connu, dont l'abondance paraît sous-estimée dans plusieurs régions. La tendance est également mal connue, mais la distribution est probablement stable (ROCAMORA, 1999).
En Île-de-France, la population est estimée entre 600 et 800 couples (DIREN Île-de-France, 2007). L'espèce est peu commune dans la région mais les effectifs semblent en progression depuis plusieurs années.

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur les entités étudiées

Le Pic mar fréquente les espaces arborés nécessaires à sa reproduction et à son alimentation. Les sites où sa nidification a été identifiée correspondent à des peuplements forestiers de composition et de structure variable. La présence de vieux arbres à cavités, en quantité et en qualité, indique que les Pics mars s'accommodent bien de ces espaces boisés pour réaliser leur cycle de vie.

État de conservation de la population sur le site

Sur le site Natura 2000, le Pic mar est nicheur sédentaire mais les effectifs ne sont pas connus avec précision. Un couple a été recensé en 2005 dans la Forêt régionale de Bondy, et des couples nicheurs ont été observés en 2009 au Parc Forestier de la Poudrerie, il semblerait que l'espèce n'est pas nicheuse chaque année dans ce parc. En 2011, 1 à 2 couples nicheurs sont estimés au sein du parc Forestier de la Poudrerie. Aucune tendance précise d'évolution ne peut être dégagée sur le site Natura 2000, même s'il semble que les populations soient en augmentation depuis quelques années.

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro du Grand Paris Express

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris Express pour le Pic mar sont :

- La destruction par les travaux de l'habitat de reproduction de l'espèce (arbres de gros diamètres notamment) ;
- La pollution des eaux susceptible de diminuer les ressources alimentaires ;
- Le dérangement en phase travaux comme en phase d'exploitation du projet.

Le Pic noir

Dryocopus martius

Code Natura 2000 : A 236

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
  - Protection nationale : L.414-1 et L.414-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Piciformes
- Famille : Picidés

Description de l'espèce

Le Pic noir est le plus grand pic européen (46 cm en moyenne). Il est aisément reconnaissable à sa couleur noire et sa calotte rouge vif. L'œil et le bec sont de couleur jaune pâle. Son bec puissant, en forme de ciseaux à bois, lui permet de capturer ses proies en creusant des trous dans les troncs de feuillus.
Chez Le mâle, la calotte rouge s'étend du front jusqu'à la nuque tandis que chez la femelle, la tache se limite à l'arrière de la tête.
Son chant très puissant le rend reconnaissable entre tous les pics. Il se compose d'une phrase ascendante qui s'accélère « kouic ouic ouic ouic ». Tambourinage le plus long de tous les pics (1,5 à 3,5 secondes) avec une cadence de 20 coups par seconde.

Répartition en France et en Europe

Le Pic noir est une espèce paléarctique et sédentaire. En Europe, il est absent des Iles Britanniques, du Portugal, de la majeure partie de l'Espagne et de l'Italie. Il est également absent d'Islande et de l'extrême Sud de l'Ukraine. Sa répartition a complètement changé depuis 50 ans.

Biologie et Ecologie

Habitats
Le Pic noir fréquente les grands et vieux massifs forestiers, qu'ils soient peuplés de conifères, de feuillus ou mixtes, avec notamment des arbres d'âge et de taille variables. Il s'accommode de nombreuses essences, pourvu qu'il dispose de grands arbres suffisamment espacés, mais semble avoir une préférence pour le hêtre.

Régime alimentaire
Le Pic noir est omnivore. Il se nourrit principalement de fourmis et de coléoptères xylophages, mais aussi de fruits et de baies. Il extrait les insectes dans le bois grâce à sa langue effilée, longue, visqueuse et pourvue de nombreux corpuscules de tact, dont l'extrémité petite, plate et pointue, est ornée de petits crochets. Sa langue peut être projetée loin en avant. Des traces de son activité alimentaire sont aisément identifiables : les vieilles souches ou les troncs morts pouvant être littéralement débités en morceaux épars.

Reproduction et activités
Il commence à parader en janvier en s'attirant par des cris doux et des séries de coups de bec sur les troncs secs. Le nid est creusé dans le tronc d'un arbre assez large (au moins 50 cm de diamètre en général). De grande taille, de forme ovale et sans matériaux à l'intérieur, le nid creusé par le Pic noir, peut servir à de nombreux autres locataires (oiseaux, insectes, mammifères). La femelle pond le plus souvent 3 à 4 œufs dont l'incubation est courte (12 jours). Les jeunes quittent le nid au bout de 28 jours.

Migration
Le Pic noir adulte est sédentaire. Les juvéniles se livrent, à la fin de l'été et à l'automne, à une quête de territoires libres.

État des populations et tendances d'évolution des effectifs

Originaire des forêts montagnardes du Nord et du Centre de l'Europe, le Pic noir est en expansion depuis les années 60. Il a colonisé progressivement les massifs forestiers en plaine et son aire de répartition s'est étendue vers l'Ouest de l'Europe. La population européenne, stable, est estimée entre 740 000 et 1 400 000 couples (BirdLife International, 2004). En France, le Pic noir était connu jusqu'en 1955 uniquement en montagnes. Sa répartition s'est étendue depuis les plaines de l'Est et du Centre de la France, avant d'atteindre la Bretagne dans les années 90. La population nicheuse est estimée entre 8 000 et 32 000 couples (BirdLife International, 2004).
En Ile-de-France, la population nicheuse, estimée entre 150 et 180 couples, est en progression depuis les années 60, comme sur le reste du territoire français (LE MARECHAL P., LESAFFRE G., 2000). Le Pic noir reste un nicheur rare mais la tendance d'évolution de ses effectifs est favorable.
Le Pic noir est nicheur sédentaire sur au moins trois secteurs du site Natura 2000. Le nombre de couples n'est pas connu avec précision sur l'ensemble du site Natura 2000, mais il peut être estimé au minimum à 3 couples. Il est relativement faible mais stable, voire en légère augmentation (LPO Ile-de-France, 2003).

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur les entités étudiées

Le Pic noir fréquente les espaces arborés nécessaires à sa reproduction et à son alimentation. Les sites où sa nidification a été observée correspondent à des peuplements forestiers de composition et de structure variables. La présence de vieux arbres à cavités, en quantité et en qualité, indiquent que les pics s'accommodent bien de ces espaces boisés pour réaliser leur cycle de vie.
Deux des trois sites concernés sont fréquentés très régulièrement par un nombre important de visiteurs. Néanmoins, l'espèce semble nicher plutôt dans des secteurs moins fréquentés de ces espaces boisés.

État de conservation de la population sur le site

Peu de couples semblent présents sur le site Natura 2000. Néanmoins, les effectifs recensés à l'échelle du département semblent montrer des évolutions favorables depuis quelques années (LPO Ile-de-France, 2003) et la reproduction des couples qui ont pu être suivis semble être allée à terme dans chaque cas. Les populations concernées ne semblent pas particulièrement fragiles, les milieux qui les abritent n'étant eux-mêmes pas particulièrement menacés et même plutôt gérés pour la biodiversité qu'ils recèlent.
Le Pic noir est nicheur régulier en Forêt régionale de Bondy (1 couple). Il est contacté chaque année en période de reproduction dans le Bois de Bernouille, bien qu'il n'y ait pas de données permettant de vérifier la nidification. Au niveau du Parc Forestier de la Poudrerie et le bois de la Tussion, la reproduction semble plutôt irrégulière (DocOb, 2008) ; un couple nicheur est présent en 2011 sur le parc Forestier de la Poudrerie.
Des individus peuvent être observés en passage en période de reproduction sur trois autres entités du site Natura 2000 (dispersion post-nuptiale des jeunes) : Parc départemental Georges Valbon, le Parc départemental du Sausset et le Parc communal des Beaumonts (DocOb, 2008).

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro du Grand Paris Express

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris Express pour le Pic mar sont :

- La destruction par les travaux de l'habitat de reproduction de l'espèce (arbres de gros diamètres notamment) ;
- La pollution des eaux susceptible de diminuer les ressources alimentaires ;
- Le dérangement en phase travaux comme en phase d'exploitation du projet.

Le Butor étoilé
Botaurus stellaris

Code Natura 2000 : A 021

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Ciconiiformes
- Famille : Ardéidés

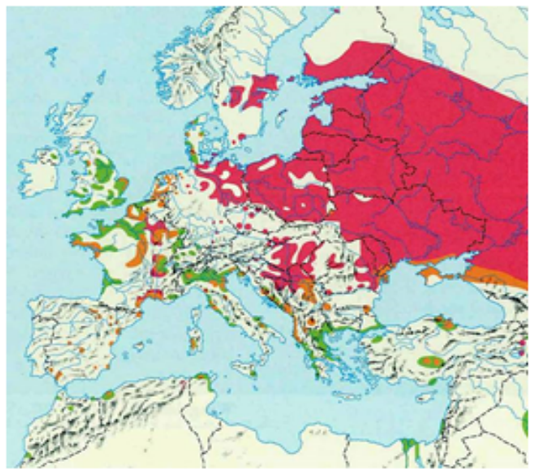
Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
  - Protection nationale : L.414-1 et L.414-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II
- Convention de Bonn : Annexe II
- Liste rouge nationale : Espèce "Vulnérable"

Description de l'espèce

Héron massif brun chaud strié de brun plus foncé. Très mimétique et rarement visible dans son habitat : les roselières. On peut l'apercevoir en vol en général sur de courtes distances. La silhouette est alors typique ressemblant à un mélange de grand hibou et de héron. Sa présence est surtout confirmée par l'écoute de son chant très puissant (audible jusqu'à 5 km) et ressemblant à une « corne de brume ». Le chant s'entend surtout de nuit

Répartition en France et en Europe



Le Butor étoilé est une espèce typiquement européenne se distribuant de l'Espagne à la Russie. L'effectif européen est estimé entre 20 000 et 43 000 mâles chanteurs dont 10 000 à 30 000 pour la Russie.
En France, la population actuelle est estimée entre 300 et 400 mâles chanteurs répartis sur trois zones : le littoral méditerranéen, la Loire-Atlantique et les départements du nord et du nord-est de la France.

Biologie et Écologie

Habitats

Le Butor étoilé habite les milieux densément végétalisés avec des surfaces en eau libre peu profonde et à faible variation de niveau. Il se trouve notamment dans les marais, marécages, grands étangs, rives de lacs et grandes roselières.

Régime alimentaire

Le régime alimentaire du Butor étoilé est varié. Toutes les proies qu'il peut ingérer sont capturées. L'essentiel des proies est constitué de poissons (Anguille et Cyprinidés), d'insectes aquatiques et d'amphibiens. Parfois, il capture des micromammifères, des reptiles et de jeunes oiseaux.

Reproduction et activités

Le mâle a un comportement territorial dès février et jusqu'à l'envol des jeunes. L'activité de reproduction commence avec l'émission du chant du mâle qui permet de délimiter un territoire et d'attirer des femelles. Le Butor peut s'accoupler ainsi avec 1 à 5 femelles pendant la période de reproduction. Les femelles construisent le nid, couvent et élèvent les jeunes sans l'aide du mâle, ce dernier s'occupant de défendre son territoire.
Le nid est construit avec des roseaux secs à 10 ou 15 cm de l'eau. Il est donc **très sensible à toute variation de niveaux d'eau**, même lente. Les jeunes sont au nombre de 3 à 7 et volent à l'âge de 7 à 8 semaines.

Migrations

Les Butors méditerranéens sont plus ou moins sédentaires et les populations locales sont renforcées en hiver par des oiseaux venus du nord est de l'Europe à partir d'octobre jusqu'à décembre en fonction des conditions climatiques.

État des populations et tendances d'évolution des effectifs

Le Butor étoilé est en constante régression en France et dans toute l'Europe. Au niveau européen, l'espèce est considérée comme « Vulnérable ». La population européenne aurait subi un déclin de 20 % entre 1970 et 1990.

En France, l'espèce est considérée comme « Vulnérable » également. La population française était estimée à 500 couples en 1968. Entre 1968 et 1983, la population a subi un fort déclin d'environ 40 % avec 320 couples estimés. Ce constat en fait une des espèces les plus menacées de France.

Le Butor étoilé est un nicheur, migrateur et un hivernant très rare en Île-de-France.

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur l'entité étudiée

Sur le Parc Georges Valbon, l'espèce stationne en halte migratoire ou en hivernage dans les roselières installées à proximité de plans d'eau artificiels et naturels.

État de conservation de la population sur le site

Au Parc Georges Valbon, l'espèce n'a été observée qu'en migration ; 1 à 2 individus ont été contactés chaque hiver au niveau de l'Étang des Brouillards entre 2001 et 2004. L'ensemble des roselières des plans d'eau du Parc lui sont favorables.
L'espèce a également été observée ailleurs dans la ZPS : dans le Parc départemental du Sausset, le Butor étoilé a été récemment observé (un individu) dans les roselières du marais de Savigny en halte migratoire occasionnelle (Lair & Barth, 2003 ; Frey, 2004).

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro du Grand Paris Express

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris Express pour le Butor étoilé sont similaires à celles du Blongios nain nicheur qui fréquente les mêmes milieux :

- La collision directe avec les trains ;
- La destruction, par les travaux, de l'habitat de stationnement migratoire de l'espèce (roselières périphériques des plans d'eau) ;
- La dégradation de l'habitat de stationnement par les travaux (modification du réseau hydrique…) ;
- Le dérangement en phase travaux comme en phase d'exploitation du projet.

La Pie-grièche écorcheur

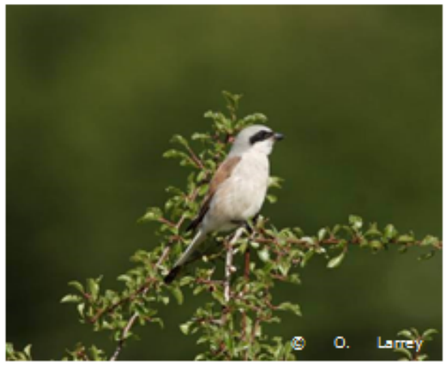
Lanius collurio

Code Natura 2000 : A 338

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Passeriformes
- Famille : Laniidés

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
- Protection nationale : L.414-1 et L.414-2 du code de l'environnement.
- Convention de Berne : Annexe II
- Liste rouge nationale : Espèce En Déclin



Description de l'espèce

La Pie-grièche écorcheur possède un bec légèrement crochu. Le mâle a la tête et le croupion gris, un large bandeau oculaire noir, un dos marron roux, des ailes marron brun, un menton blanc et une poitrine rosée.
Elle tient son nom de sa technique de chasse. Elle empale ses proies sur les épines des buissons pour se faire des réserves de nourriture.

Répartition en France et en Europe

La Pie-grièche écorcheur est bien répandue dans le domaine Paléarctique occidental, c'est-à-dire toute l'Eurasie occidentale.
En France, l'espèce est présente dans toutes les grandes régions d'élevage, excepté la Bretagne et le Nord-Pas-de-Calais. Elle évite également la zone strictement méditerranéenne car c'est plutôt une espèce des climats tempérés.

Biologie et Écologie

Habitats
L'habitat de la Pie-grièche écorcheur se caractérise par des milieux ouverts de campagne cultivée (prairies de fauche, pâtures, talus enherbés…) parsemés de haies ou bosquets, de zones ponctuelles de buissons épineux ou de broussailles. Elle occupe notamment le prunellier, l'aubépine et la ronce.

Régime alimentaire
La Pie-grièche écorcheur chasse à l'affût à partir de perchoirs. Elle effectue parfois un vol stationnaire pour repérer et capturer ses proies. Son alimentation est constituée principalement d'insectes mais elle capture aussi des micromammifères (campagnols, musaraignes) des grenouilles, des lézards et de jeunes passereaux.

Reproduction et activités
La Pie-grièche écorcheur chasse à l'affût à partir de perchoirs situés le plus souvent entre 1 et 3 mètres au-dessus du sol (poteaux, fils, branches mortes, piquets de clôture). Dans leur très grande majorité, les proies sont capturées au sol. Toutefois, par beau temps, l'espèce peut poursuivre des insectes en vol.
Cette pie-grièche empale régulièrement ses proies, d'où le nom d' « écorcheur ». Il semble toutefois que cette pratique soit essentiellement le fait d'oiseaux vivant en milieu tempéré car ce comportement vise à constituer des stocks de nourriture censés pondérer l'abondance des proies et donc des captures en fonction des conditions météorologiques.
La construction du nid se réalise dans un buisson épais et épineux.

Migrations
La Pie-grièche écorcheur est une espèce migratrice transsaharienne. Elle arrive début mai et retourne vers l'Afrique entre fin août et mi-septembre.

État des populations et tendances d'évolution des effectifs

En Europe, les effectifs de la Pie-grièche écorcheur ont connu une augmentation régulière entre 1970 et 1990 mais ils sont en léger déclin depuis 1990. La population nicheuse est estimée entre 110 000 et 240 000 (BirdLife International, 2004). En France, la tendance d'évolution est favorable. Les effectifs nicheurs sur le territoire national sont estimés entre 6000 et 7500 couples (BirdLife International, 2004)

En Île-de-France, la Pie-grièche écorcheur est un nicheur rare, dont les effectifs sont estimés entre 150 et 200 couples Les effectifs sont stables voire en légère augmentation (Le Marechal & Lesaffre, 2000).

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur l'entité étudiée

Sur le Parc Georges Valbon, l'espèce stationne en halte migratoire dans les zones de friches garnies de buissons épineux, ainsi qu'au niveau des lisières de boisements.
Ce type d'habitats se retrouve principalement dans le nord du Parc (zone d'extension et secteur des Maraîchers), le long de la voie ferrée et aux alentours du Grand Lac.
Sur le parc de la Haute-Ile, la friche centrale est favorable à l'espèce.

État de conservation de la population sur le site

Des groupes d'individus en migration sont observés en 2001 et 2003 (une trentaine de contacts chaque année) sur le Parc Georges Valbon et notamment au niveau de la zone d'extension du Parc et du Vallon écologique.

Cet oiseau est également observé de passage au niveau du plateau d'Avron, autre secteur du site Natura 2000.

Un couple a été observé sur le parc de la Haute-Ile en 2001, un mâle en 2005 et une femelle en 2006.

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro du Grand Paris Express

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris Express pour la Pie-grièche écorcheur sont les suivantes :

- La collision directe avec les trains ;
- La destruction par les travaux de l'habitat de stationnement migratoire de l'espèce (formations arbustives épineuses) ;
- L'emploi de pesticides dans l'entretien des dépendances vertes de la nouvelle voie ferrée.

La Sterne Pierregarin

Sterna hirundo

Code Natura 2000 : A 183

- Classe : Oiseaux
- Ordre : Charadriiformes
- Famille : Laridés

Statut et Protection

- Directive Oiseaux : Annexe I
- Protection nationale : L.414-1 et L.414-2 du code de l'environnement.
  - Convention de Berne : Annexe II
  - Liste rouge nationale : Préoccupation mineure

Description de l'espèce

C'est une sterne de taille moyenne aux ailes très fines et au vol léger. Elle a les ailes, le dos et le ventre gris et un long bec rouge à pointe noire. En hiver, elle acquiert un front blanc et un bec noirâtre.

Répartition en France et en Europe

La Sterne pierregarin est une espèce holarctique, largement répandue en Europe de l'Oural à la Méditerranée, avec toutefois une distribution très diffuse dans les pays du sud. En France, il existe trois populations distinctes : une population atlantique répartie du Calvados à la Gironde, une population continentale le long des grands fleuves et de leurs affluents (Loire, Seine…) et une population méditerranéenne (Camargue, Rhône et ses affluents…).

Biologie et Écologie

Habitats

L'habitat de la Sterne pierregarin peut être aussi bien des zones côtières que des zones continentales. Elle niche de préférence sur des îlots rocheux ou de galets, mais aussi sur des plages et au bord des marais. La perte d'habitats naturels liée à l'artificialisation des cours d'eau l'a obligée à se reporter sur des sites artificiels tels que les sablières et les radeaux installés à son intention.

Régime alimentaire

La Sterne pierregarin se nourrit de petits poissons qu'elle capture en plongeant, après un rapide vol stationnaire. Au printemps et en été, elle complète son régime alimentaire par des invertébrés aquatiques et par des insectes survolant l'eau.

Reproduction et activités

La Sterne pierregarin niche en colonies de taille variable selon les capacités d'accueil du milieu, et plus rarement en couples isolés. Ceux-ci reviennent de migration déjà appariés. Elle installe son nid à même le sol, sur des îles ou des îlots de sable et de gravier, dépourvus de végétation ou dont la végétation est rase et clairsemée. La femelle pond 2 à 3 œufs. L'incubation dure entre 22 et 26 jours. Les jeunes sont très mimétiques avec leur environnement et restent au nid pendant un peu plus de trois semaines.

Migrations

La Sterne pierregarin est une espèce migratrice transsaharienne. Elle arrive en mars-avril et retourne vers l'Afrique en-septembre.

État des populations et tendances d'évolution des effectifs

En Europe, après plusieurs décennies de baisse, la population de la Sterne Pierregarin montre une relative stabilité. En Europe centrale de nombreux sites de nidification ont été détruits par les corrections des rivières et par la pollution des eaux (Collin, 2002). L'urbanisation du littoral et le dérangement touristique complètent les facteurs de disparition. Les effectifs européens sont estimés entre 270 000 et 570 000 couples, avec la majeure partie des populations dans l'est de l'Europe.

En France, la population est estimée entre 5 000 et 5 900 couples (Dubois & al, 2000). Cette population varie régulièrement, en fonction de plusieurs facteurs : la pullulation d'autres espèces et la raréfaction des proies.

En Île-de-France, les premiers couples nicheurs se sont installés dans le sud de la Seine-et-Marne dans les années 60. La population s'est ensuite lentement développée, passant de 15 couples en 1976 à un maximum de 250 couples en 1994 (CORIF, 2009). Les vallées de la Marne et de la Seine en amont de Paris accueillent l'essentiel des couples.

Caractéristique de l'habitat d'espèce sur l'entité étudiée

L'habitat de nidification de la sterne dans le parc de la Haute-Ile est un radeau à sterne, installé en 2009 sur un chenal au sud du parc, à proximité des berges de la Marne.

État de conservation de la population sur le site

Un couple se reproduit en Seine-Saint-Denis, au parc départemental de la Haute-Ile. Cette population est très vulnérable et précaire. Sa présence est directement liée à l'évolution du banc de terre sur lequel les oiseaux nichent et à la limitation des dérangements sur la zone. L'évolution est également étroitement liée à la situation sur les autres sites de reproduction proches. Par exemple, un dérangement sur les colonies de Jablines pourrait amener les individus à se reporter sur d'autres sites, comme celui de la Haute-Ile.

Menaces potentielles vis-à-vis du projet de métro du Grand Paris Express

Les menaces potentielles du projet de métro automatique du Grand Paris Express pour la Sterne pierregarin sont les suivantes :

- La dégradation de l'habitat par les travaux (modification du réseau hydrique) ;
- La pollution des eaux susceptible de diminuer les ressources alimentaires ;
- Le dérangement en phase travaux comme en phase d'exploitation du projet.
- La collision directe avec les trains.

Société du Grand Paris

Société du Grand Paris
Immeuble « Le Cézanne »
30, avenue des Fruitiers
93200 Saint-Denis

www.societedugrandparis.fr