NOUVEAU GRAND PARIS

GRAND PARIS EXPRESS LE RÉSEAU DE TRANSPORT PUBLIC DU GRAND PARIS

Société du Grand Paris

LIGNE 15 : PONT DE SÈVRES < > SAINT-DENIS PLEYEL (LIGNE ROUGE)

LIGNE 15 OUEST
DOSSIER D'ENQUÊTE PRÉALABLE À LA DÉCLARATION D'UTILITÉ PUBLIQUE

Hiver 2014-2015

PIÈCE **G.2**

Étude d'impact

Présentation du projet, des impacts et des mesures d'accompagnement

Sommaire

1 Esquisse des principales solutions examinées et raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu 9

1.1 Processus de choix du projet 11

1.2 Une insertion du projet en souterrain 13

1.3 Méthodologie 13

1.3.1 Objectifs des études 13

1.3.2 Contraintes de tracé 13

1.3.3 Critères retenus pour la comparaison des scénarios 14

1.4 Scénarios de tracés et de gares du projet 16

1.4.1 Gare de Saint-Cloud 16

1.4.2 Gare de Rueil - Suresnes « Mont Valérien » 19

1.4.3 Gare de Nanterre La Folie 21

1.4.4 Gare de La Défense 22

1.4.5 Gare de Bécon-les-Bruyères 24

1.4.6 Gare de Bois-Colombes 25

1.4.7 Gare des Agnettes 26

1.4.8 Gare des Grésillons 27

2 Description du projet 29

2.1 Présentation de la ligne 15 Ouest 31

2.2 Le tracé et les gares 32

2.2.1 Le tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel au sein du réseau 32

2.2.2 Tracé 32

2.2.3 Caractéristiques générales des gares 42

2.2.4 Gares 43

2.3 Les ouvrages annexes 56

2.3.1 Définition 56

2.3.2 Accès de secours 56

2.3.3 Ventilation / désenfumage 56

2.3.4 Décompression 56

2.3.5 Épuisement 56

2.3.6 Postes de redressement et postes éclairage force 56

2.3.7 Réalisation des ouvrages annexes 57

2.4 Caractéristiques d'exploitation du projet 58

2.4.1 Système de transport et matériel roulant 58

2.4.2 Offre de transport et service proposé 58

2.4.3 Organisation de la ligne et sites industriels 59

2.5 Déroulement de la phase chantier 59

2.5.1 Principes généraux 59

2.5.2 Réalisation des travaux préparatoires 59

2.5.3 Mise en œuvre du tunnel en tunnelier 60

2.5.4 Réalisation des gares par méthode dite de « Parois Moulées » 63

3 Analyse des impacts et présentation des mesures 65

3.1 Climatologie 67

3.1.1 Impacts et mesures en phase chantier concernant la climatologie 67

3.1.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant la climatologie 67

3.1.3 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant la climatologie 67

3.1.4 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant la climatologie 67

3.2 Relief et topographie 68

3.2.1 Impacts et mesures en phase chantier 68

3.2.2 Variation du relief engendrée par le stockage de déblais hors bases chantier 68

3.2.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation 69

3.2.4 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant le relief et les volumes de terres excavés 70

3.2.5 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant le relief et les volumes de terre excavée 71

3.3 Hydrographie et risque inondation 72

3.3.1 Modification des écoulements en régime courant en phase chantier et en phase d'exploitation 72

3.3.2 La prise en compte du risque inondation 72

3.3.3 Impacts et mesures en phase chantier concernant la gestion des eaux pluviales 79

3.3.4 Impacts et mesures en phase exploitation concernant la gestion des eaux pluviales 81

3.3.5 Impacts et mesures en phase chantier concernant l'alimentation en eau potable 82

3.3.6 Impacts et mesures en phase exploitation concernant l'alimentation en eau potable 82

3.3.7 Synthèse des impacts et mesures concernant l'hydrographie et le risque d'inondation 83
3.3.8 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant l'hydrographie et le risque d'inondation 85
3.4 Pédologie 86
3.4.1 Impacts et mesures en phase chantier concernant la pédologie 86
3.4.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant la pédologie 86
3.4.3 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant la pédologie 87
3.4.4 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant la pédologie 87
3.5 Géologie 88
3.5.1 Méthodologie retenue et maitrise des risques 88
3.5.2 Rappel des principales caractéristiques géologiques et enjeux identifiés 89
3.5.3 Choix du type de tunnelier 90
3.5.4 Impacts et mesures en phase chantier et en phase d'exploitation concernant les anciennes carrières 91
3.5.5 Impacts et mesures en phase chantier et en phase d'exploitation concernant la problématique de dissolution du gypse 99
3.5.6 Impacts et mesures en phase chantier et en phase d'exploitation concernant le phénomène de retrait gonflement des argiles 102
3.5.7 Impacts et mesures en phase chantier et en phase d'exploitation concernant les glissements de terrain 106
3.5.8 Synthèse des impacts et des mesures liés à la géologie et aux risques géologiques 109
3.5.9 Coûts liés aux mesures d'accompagnement en réponse au risque géologique 112
3.6 Hydrogéologie 113
3.6.1 Rappel des principales caractéristiques hydrogéologiques et enjeux identifiés 113
3.6.2 Positionnement de l'infrastructure vis-à-vis des aquifères 114
3.6.3 Implantation des gares vis-à-vis du contexte géologique et hydrogéologique 116
3.6.4 Enjeux vis-à-vis d'un projet de type métro souterrain 116
3.6.1 Impacts en phase chantier de la construction du tunnel concernant l'hydrogéologie 126
3.6.2 Impacts en phase chantier de la construction des ouvrages concernant l'hydrogéologie 127
3.6.3 Prise en compte des phénomènes de remontée de nappe en phase chantier 133
3.6.4 Analyse des effets sur les usages des eaux souterraines en phase chantier 135
3.6.5 Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant l'hydrogéologie 136
3.6.6 Synthèse des impacts et mesures concernant l'hydrogéologie 140
3.6.7 Coûts liés aux mesures d'accompagnement en réponse au risque hydrogéologique 143
3.7 Occupation du sous-sol 144
3.7.1 Impacts et mesures en phase chantier 144
3.7.2 Synthèse des impacts et mesures concernant l'occupation du sous-sol 164
3.7.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement en réponse à l'occupation du sous-sol 168
3.8 Gestion des déblais et des pollutions 169
3.8.1 Impacts et mesures concernant l'évacuation des déblais 169
3.8.2 Impacts et mesures liés au risque de pollution des sols en phase chantier 178
3.8.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation 185
3.8.4 Synthèse des impacts et mesures concernant la gestion des déblais et la pollution des terres excavée 186
3.8.5 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant la gestion des déblais et la pollution des terres excavées 187
3.9 Faune, Flore et Milieux Naturels 188
3.9.1 Méthodologie suivie par la Société du Grand Paris 188
3.9.2 Impacts et mesures en phase chantier liés à l'implantation des ouvrages et gares 189
3.9.3 Impacts et mesures spécifiques en phase d'exploitation 206
3.9.4 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant le milieu naturel 207
3.9.5 Coûts liés aux mesures ERC 209
3.10 Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 212
3.10.1 Identification des sites en interaction possible avec le projet 212
3.10.2 Les incidences directes du projet sur les sites Natura 2000 215
3.10.3 Les incidences indirectes du projet sur les sites Natura 2000 215
3.10.4 Synthèse de l'évaluation des incidences du projet sur les sites Natura 2000 217
3.11 Services écosystémiques 218
3.11.1 Analyse des services écosystémiques rendus au sein du fuseau d'étude 218
3.11.2 Impacts et mesures en phase chantier et exploitation concernant les services écosystémiques 226
3.11.3 Coûts liés aux mesures correctives 229
3.11.4 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant les services écosystémiques 229
3.12 Milieu agricole 230
3.12.1 Impacts et mesures en phase chantier concernant le milieu agricole 230
3.12.3 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant le milieu agricole 231
3.13 Patrimoine culturel, paysage et archéologie 232
3.13.1 Impacts relatifs au patrimoine culturel protégé 232
3.13.2 Impacts sur le paysage 242
3.13.3 Mesures d'atténuation des effets du projet sur le paysage 244

3.13.4 Impacts relatifs à l'archéologie 246
3.13.5 Impacts et mesures en phase d'exploitation 246
3.13.6 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant le paysage 247
3.14 Population, emplois et occupation du sol 249
3.14.1 Impacts et mesures d'accompagnement en phase chantier 250
3.14.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 251
3.14.3 Synthèse des impacts et mesures concernant la population, les emplois et l'occupation des sols 257
3.14.4 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant la démographie, la population, les emplois et l'occupation du sol 258
3.15 Risques technologiques 259
3.15.1 Rappel des enjeux et localisation 259
3.15.2 Impacts et mesures en phase chantier 260
3.15.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation 261
3.15.4 Synthèse des impacts et mesures concernant les risques technologiques 263
3.15.5 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant les risques technologiques 264
3.16 Mobilité 265
3.16.1 Impacts et mesures en phase chantier 265
3.16.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 268
3.16.1 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant la mobilité 276
3.16.2 Coûts liés aux mesures d'accompagnement en réponse aux effets sur la mobilité 278
3.17 Energie et gaz à effet de serre 279
3.17.1 Energie 279
3.17.2 Emissions de gaz à effets de serre 285
3.17.3 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant l'énergie et les émissions de gaz à effet de serre 296
3.18 Environnement sonore 297
3.18.1 Rappel des sites sensibles identifiés dans l'état initial 297
3.18.2 Rappel des textes réglementaires applicables au projet 297
3.18.3 Impacts et mesures du projet en phase chantier concernant l'environnement sonore 298
3.18.4 Impacts et mesures du projet en phase d'exploitation concernant l'environnement sonore 317
3.18.5 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant l'environnement sonore 324
3.19 Vibrations 327
3.19.1 La définition de seuils limite pour les vibrations 327
3.19.2 Rappel des enjeux 329
3.19.3 Impacts et mesures en phase chantier 329
3.19.4 Impacts et mesures en phase d'exploitation : évaluation de la sensibilité vibratoire 331
3.19.5 Synthèse des impacts et mesures concernant les vibrations 340
3.19.6 Coûts liés aux mesures d'accompagnement et de suivi 342
3.20 Ondes électromagnétiques 343
3.20.1 Impacts et mesures en phase chantier 343
3.20.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 343
3.20.3 Synthèse des impacts et mesures concernant les ondes électromagnétiques 349
3.20.4 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant les ondes électromagnétiques 350
3.21 Santé et sécurité 351
3.21.1 Qualité de l'air 351
3.21.2 Sécurité routière 360
3.21.3 Synthèse des impacts et mesures concernant la santé et la sécurité 362

4 Synthèse des impacts et des mesures de la ligne 15 Ouest 363
4.1.1 Impacts et mesures pour la section Pont de Sèvres – Nanterre la Boule 365
4.1.2 Impacts et mesures pour la section Nanterre la Boule – Bécon les Bruyères 373
4.1.1 Impacts et mesures pour la section Bécon les Bruyères – Saint-Denis-Pleyel 380

5 Analyse des impacts cumulés avec les projets connexes 389
5.1 Présentation des projets connexes retenus pour l'analyse des impacts cumulés 391
5.1.1 Projets de Contrats de Développement Territorial 392
5.1.2 Projet dans le secteur de la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » 392
5.1.3 Projets dans le secteur de la gare de Nanterre la Boule 393
5.1.4 Projets de l'OIN La Défense Seine-Arche 394
5.1.5 Projets dans le secteur de Bécon-les-Bruyères 402
5.1.6 Projets dans le secteur Asnières - Gennevilliers 404
5.2 Appréciation des principaux impacts cumulés 406
5.2.1 Impacts des projets connexes en phase chantier 406
5.2.2 Impacts des projets connexes en phase d'exploitation 411

6 Évaluation des impacts et des mesures à l'échelle du Grand Paris Express 415

6.1 Méthodologie suivie 417

6.2 Impacts et mesures pour chaque thématique environnementale ... 418

6.2.1 La géologie et le risque géologique 418
6.2.2 Occupation du sous-sol 418
6.2.3 Les vibrations 419
6.2.4 Population et emplois et étalement urbain 420
6.2.5 La mobilité francilienne 421
6.2.6 Les nuisances sonores 422
6.2.7 Les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre 424
6.2.8 L'archéologie 425
6.2.9 Le patrimoine naturel 426
6.2.10 L'eau superficielle et souterraine 429
6.2.11 La gestion des déblais 430
6.2.12 La qualité de l'air et la santé 431

7 Appréciation de la compatibilité du projet avec l'affectation des sols 433

7.1 Compatibilité du projet avec les outils de structuration de l'espace 435

7.1.1 Opération d'Intérêt National (OIN) La Défense Seine Arche 435
7.1.2 Contrats de Développement Territorial (CDT) : Grand Paris Seine Ouest (GPSO), Les Deux Seine, Boucle Seine Nord et Territoire de la Culture et de la Création 436
7.1.3 Schéma Directeur de la Région Ile-de-France (SDRIF) 436
7.1.4 Schéma de Cohérence Territoriale des Coteaux et du Val de Seine 436

7.2 Compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme communaux 437

7.3.1 Rappels des défis du SDAGE 438
7.3.2 Analyse de la compatibilité du projet avec le SDAGE 438

7.4 Compatibilité du projet avec les plans et programmes relatifs à la gestion des déchets 442

7.4.1 Analyse de la compatibilité du projet avec le PREDEC 442
7.4.2 Analyse de la compatibilité du projet avec le Plan de Gestion pour Paris et la Petite Couronne – Déchets du BTP 442

7.5 Compatibilité du projet avec le SRCE 443

7.5.1 Notion d'opposabilité du SRCE 443
7.5.2 Les composantes de la Trame verte et bleue régionale 443
7.5.3 Analyse de la compatibilité du projet avec le SRCE d'Ile-de-France 443

7.6 Compatibilité du projet avec le projet de PDUIF 444

8 Analyse des coûts collectifs induits par le projet 447

8.1 Introduction 449

8.2 Coûts de la pollution atmosphérique 449

8.2.1 Méthodologie 449
8.2.2 Calcul des coûts 449

8.3 Coûts des accidents de la route 450

8.3.1 Méthodologie 450
8.3.2 Calcul des coûts 450

8.4 Coûts des émissions de gaz à effet de serre 451

8.4.1 Méthodologie 451
8.4.2 Calcul des coûts 451

8.5 Coûts des nuisances sonores 451

8.5.1 Méthodologie 451
8.5.2 Calcul des coûts 452

8.6 Coûts de périurbanisation éludables 452

8.6.1 Consommations des espaces ruraux par l'urbanisation nouvelle 452
8.6.2 Investissement de voiries et réseaux divers économisés pour l'urbanisation nouvelle 453
8.6.3 Coûts d'exploitation des services publics et de rénovation des VRD 454

8.7 Synthèse des coûts collectifs 454

9 Méthodes et difficultés rencontrées 455

9.1 Préambule 457

9.2 Méthodes et limites de l'analyse de chaque thématique environnementale 457

9.2.1 Climat 457
9.2.2 Topographie 457
9.2.3 Eaux superficielles 457
9.2.4 Pédologie 457
9.2.5 Géologie 457
9.2.6 Hydrogéologie 457

9.2.7 Occupation du sous-sol et risques naturels et technologiques 459
9.2.8 Bâti et niveau de sous-sol 460
9.2.9 Milieux naturel, faune et flore 460
9.2.10 Population, emplois et occupation du sol 476
9.2.11 Mobilité.....478
9.2.12 Risques technologies 480
9.2.13 Énergie et gaz à effet de serre 480
9.2.14 Bruit et Vibrations 481
9.2.15 Santé 482

1 Esquisse des principales solutions examinées et raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu

Conformément aux articles L122-3 et R122-5 du code de l'environnement, l'étude d'impact expose une esquisse des principales solutions de substitution qui ont été examinées par le Maître d'ouvrage et les raisons pour lesquelles le projet a été retenu sous sa forme présentée et étudiée.

L'approche retenue au sein de la présente partie permet :

- d'appréhender les différents scénarios étudiés lors des réflexions préalables à l'établissement de la présente étude d'impact. Les variantes concernant l'implantation du tracé (tunnel), des gares, mais également de certains des ouvrages annexes, dont l'insertion a parfois été rendue délicate en raison des contraintes environnementales locales qui se sont présentées,

- de rappeler les objectifs à atteindre en termes d'insertion environnementale de l'infrastructure et les contraintes rencontrées en termes de conception technique des ouvrages,

- de définir en quoi certains des scénarios étudiés ont permis de limiter les effets dommageables sur l'environnement et la santé humaine, sur la base d'une analyse multicritère.

Cette partie s'appuiera en grande partie sur les travaux de la Société du Grand Paris au stade des études préliminaires techniques.

1.1 Processus de choix du projet

Les gares qui jalonnent le projet (partie ouest de la ligne rouge / ligne 15) sont définies par le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris, approuvé par décret le 24 août 2011.

De façon générale, la réflexion sur le tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel a été orientée en **priorité sur l'implantation des gares**, points d'entrée du réseau Grand Paris Express, **avant d'adapter le tracé**.

Pour ce faire, les enjeux de desserte des territoires, la volonté de favoriser l'intermodalité et le maillage du réseau de transport en commun, ainsi que l'évaluation environnementale du projet, ont permis d'établir la structure globale du tronçon.

La méthode d'implantation des gares sur l'ensemble du réseau Grand Paris Express a consisté à rechercher les sites favorisant au mieux les objectifs suivants, compte tenu des spécificités des communes traversées :

- le développement des activités et de l'habitat ;

- la desserte des grands pôles de développement ;

- l'allègement des lignes de transport en commun existantes ;

- la complémentarité et le maillage avec le réseau actuel et projeté ;

- l'obtention d'une vitesse commerciale élevée.

Après une première étape de positionnement des gares, les études de tracé ont permis de concevoir le scénario projet de base. L'analyse et le traitement des différentes contraintes rencontrées le long du tracé ont parfois nécessité un recalage fin de l'implantation des gares, avant la validation du choix présenté dans le dossier d'enquête publique.

Ainsi, le tracé retenu et l'implantation des gares du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel résultent d'une **évolution itérative entre l'évaluation environnementale, la thématique des gares et la thématique du tracé.** Cette méthodologie a permis d'affiner le choix du parti d'aménagement et d'optimiser la desserte des communes traversées tout en validant la faisabilité du tracé.

En outre, dans sa décision du 6 mars 2013 relative au « Nouveau Grand Paris », le Gouvernement a réaffirmé la réalisation intégrale du réseau de transport public du Grand Paris et du réseau complémentaire structurant au sein du Grand Paris Express, et a présenté les orientations pour leur mise en œuvre, comprenant notamment l'affichage d'un phasage avec des objectifs de mise en service ainsi que la structuration des lignes avec une nouvelle dénomination, tout en demandant que soient étudiées certaines optimisations permettant d'en réduire le coût. L'objectif des optimisations est de sécuriser le financement du projet, et donc sa réalisation, en réduisant son coût global de l'ordre de 3 milliards d'euros (aux conditions économiques de 2012) pour respecter un coût d'objectif arrêté à 22,625 milliards d'euros.

Sur le tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel, les optimisations du projet se sont notamment traduites par des modifications techniques du tracé et de l'implantation des gares, dans le cadre d'études approfondies.

Le présent chapitre expose les différents scénarios d'implantation étudiés pour les gares et justifie le tracé et le profil en long retenus au regard des contraintes de site rencontrées.

Une méthode fondée sur le dialogue et l'échange

Les gares constituent un enjeu fort du réseau Grand Paris Express. Pour travailler à leur conception et à leur localisation en concertation avec les collectivités locales, des comités de pilotage (COPIL) ont été mis en place par la Société du Grand Paris. Aux côtés des représentants du maître d'ouvrage, ils rassemblent notamment les maires, les services techniques des collectivités, les responsables de communautés d'agglomération et des conseils généraux, ainsi que les représentants du STIF, des opérateurs de transport et des services de l'État.

Les comités de pilotage sont un lieu d'échange et d'examen des meilleures solutions techniques, urbaines et environnementales pour l'implantation et l'insertion des ouvrages du métro, avec pour corollaire la maîtrise des coûts, des délais et des risques. Chaque COPIL est préparé par des réunions spécifiques et des comités techniques (COTECH).

Sur le tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel, les comités techniques et comités de pilotage sont organisés selon la répartition géographique suivante, qui tient compte des enjeux des différents territoires desservis :

- gare Saint-Cloud

- gares Rueil - Suresnes « Mont Valérien » et Nanterre La Boule

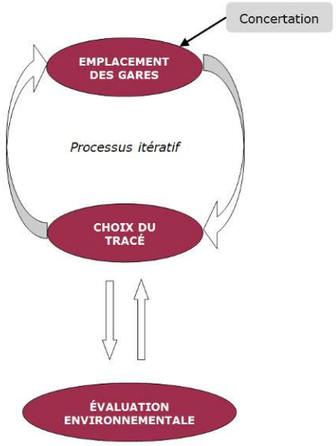
- gares Nanterre La Folie et La Défense

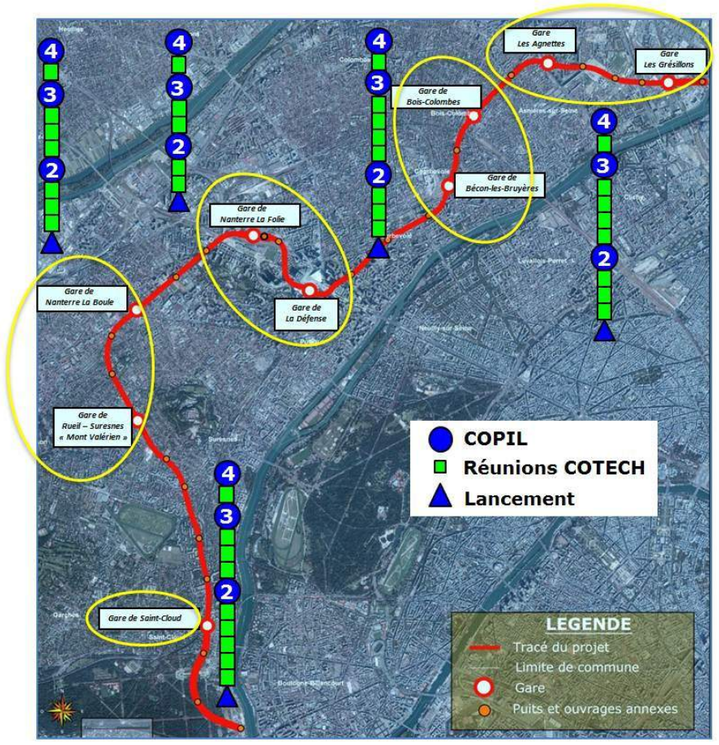
- gares Bécon-les-Bruyères et Bois-Colombes

- gares Les Agnettes et Les Grésillons

À la date d'élaboration du présent dossier, les gares du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel avaient ainsi donné lieu à la tenue de réunions de lancement ainsi que de trente-sept réunions de comités techniques et de quinze réunions de comités de pilotage.

Schéma explicatif du processus suivi pour le choix du projet et bilan des COTECH et COPIL sur le tronçon





1.2 Une insertion du projet en souterrain

Les études réalisées en 2009 et 2010 préalablement au débat public sur le réseau de transport public du Grand Paris (premières études de tracé, évaluation stratégique environnementale menée conformément à la directive européenne 2001/42/CE relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement) ont permis d'identifier les secteurs présentant des dispositions favorables ou, à l'inverse, contraires à l'éventualité d'une insertion aérienne du métro automatique sur viaduc.

Dès cette étape d'études d'opportunité, il est apparu que le tracé compris entre Pont de Sèvres et Saint-Denis Pleyel ne se prêtait pas à une telle insertion, compte tenu notamment :

- de la densité du bâti existant sur les territoires traversés ;
- des contraintes techniques très lourdes associées au franchissement de la Seine et des nombreuses infrastructures de transport radiales croisées par le projet (faisceaux ferroviaires des lignes Transilien et RER, autoroutes A13 et A14, en particulier) ;
- d'une contrainte technique particulière sur le secteur de La Défense, puisque celui-ci est constitué d'un environnement bâti de très grande hauteur et très dense, construit en partie sur dalle ; le sous-sol contraint de ce secteur, traversé par un réseau de voies routières ou ferrées souterraines, rend également difficile la construction des fondations d'ouvrages aériens ;
- d'une contrainte topographique importante au droit de Saint-Cloud, avec une variation de terrain de l'ordre de 60 mètres entre le passage sous la Seine à Sèvres et la gare de Saint-Cloud, et au droit du Mont Valérien, avec une variation de terrain de plus de 50 mètres entre la mairie annexe du Mont Valérien à Rueil-Malmaison et la place de la Boule à Nanterre ;
- des enjeux propres au domaine national de Saint-Cloud, domaine classé à l'inventaire des monuments historiques depuis 1900 et site naturel protégé depuis 1923.

Le choix d'une insertion entièrement souterraine de la section de la ligne rouge comprise entre Pont de Sèvres et Saint-Denis Pleyel a été conforté par les avis exprimés lors du débat public ; ce choix a été confirmé par le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris, approuvé par décret en 2011.

Ainsi, **la totalité du tracé du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel est prévue en insertion souterraine**.

1.3 Méthodologie

1.3.1 Objectifs des études

Les enjeux fonctionnels des gares, leurs emplacements et leurs objectifs ont été définis dans l'acte motivé du 26 mai 2011, consécutif au débat public sur la création du réseau de transport public du Grand Paris, dont le schéma d'ensemble a été approuvé par le décret du 24 août 2011. Ce schéma d'ensemble est décrit dans la pièce C du présent dossier.

L'étude de tracé du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel de la ligne 15 du Grand Paris Express est guidée par deux objectifs :

- d'une part, **relier les gares le plus directement possible** :

  Le tracé a été établi en cherchant à relier les gares le plus directement possible, tout en tenant compte des contraintes géométriques d'exploitation du matériel roulant et des principales contraintes topographiques, géotechniques et environnementales identifiées. L'approche adoptée vise à proposer un tracé optimal en termes géométriques, répondant aux besoins fonctionnels identifiés et facilitant l'exécution des travaux.

- d'autre part, **minimiser la profondeur des gares** :

  La recherche d'un profil le moins profond possible se justifie par l'intérêt que présentent des gares les plus proches possibles de la surface, à la fois moins chères à réaliser et à exploiter et souvent plus agréables à utiliser (meilleure accessibilité, etc.).

  Le profil en long est également conçu en tenant compte des contraintes géométriques, des obstacles à franchir, des conditions géotechniques et des procédés d'exécution des travaux.

1.3.2 Contraintes de tracé

Le tracé du tunnel est confronté à de nombreux obstacles et contraintes avec lesquels il doit composer, dans l'objectif de proposer une solution de tracé répondant aux objectifs généraux du projet, économique, compatible avec les délais impartis, respectueuse de l'environnement et faisable techniquement.

Ainsi, la définition du tracé retenu pour la réalisation du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel de la ligne 15 résulte d'une recherche approfondie de compromis entre les principes de base de conception du tracé cités au paragraphe précédent et les contraintes suivantes :

- Les contraintes géologiques, hydrogéologiques et géotechniques : la nature du terrain, et plus précisément la qualité des sols traversés, sont étudiées avec soin. En particulier, les zones aquifères[1] sont localisées ; les zones d'anciennes carrières d'exploitation sont également repérées et autant que possible évitées.
- La topographie du terrain naturel, qui contraint le profil en long.

[1] *Aquifère : Couche de terrain ou roche suffisamment poreuse pour contenir une nappe d'eau souterraine.*

- La volonté de privilégier le passage du tunnel sous les emprises publiques et en particulier sous les voiries, afin de minimiser autant que possible les interfaces avec le bâti existant et de limiter les acquisitions foncières en tréfonds auprès de propriétaires privés.

- Les réseaux de transport existants (routier ou ferroviaire) et ouvrages d'art : ces obstacles peuvent nécessiter de détourner le tracé et/ou de l'approfondir.

- Les passages sous bâti lorsque le cas se présente : un approfondissement du tracé peut s'avérer nécessaire pour éviter les désordres que le bâti pourrait subir en cas de tassement important en surface ou d'incidents lors du creusement du tunnel. De plus, certains bâtiments sont construits sur fondations profondes que le tracé doit éviter.

- Les réseaux d'assainissement existants : les principaux réseaux ayant un impact sur le tracé sont les gros collecteurs d'assainissement. En effet, ils sont gravitaires et peuvent donc difficilement être déviés. De plus, ils sont de taille importante en région parisienne (diamètre de plusieurs mètres) et profondément enterrés, en particulier le réseau interdépartemental géré par le SIAAP[2].

- Les réseaux de transport d'énergie type TRAPIL[3] ou CPCU[4].

- Les passages sous-fluviaux : la traversée des cours d'eau (Seine) nécessite un approfondissement du tunnel, afin de passer dans un sol de bonne qualité.

- Les opportunités d'insertion des ouvrages annexes répartis le long de la ligne (accès des secours, ventilation…), qui nécessitent des émergences en surface.

1.3.3 Critères retenus pour la comparaison des scénarios

1.3.3.1 Une approche par les gares

Sur la base du schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris, différents scénarios d'implantation ont été étudiés pour chacune des gares, afin de retenir le meilleur parti d'aménagement au regard d'un certain nombre de critères.

Il est à noter que le présent dossier n'aborde pas la totalité des scénarios envisagés lors des études préalables. En effet, certaines solutions ont été rapidement écartées car elles présentaient des contraintes rédhibitoires. Seuls les scénarios ayant nécessité une étude approfondie sont analysés ci-après.

Les gares de Pont de Sèvres et de Saint-Denis Pleyel, extrémités du tronçon Ouest de la ligne 15 objet du présent dossier, sont décrites respectivement dans les dossiers d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique du tronçon Sud de la ligne 15 (Pont de Sèvres – Noisy-Champs) et de la ligne 16 (Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel). Toutes les autres gares, de la gare de Saint-Cloud à la gare des Grésillons, font l'objet d'une présentation de variantes d'implantation dans le présent dossier.

Les différents scénarios ayant fait l'objet d'analyses détaillées dans le cadre des études préliminaires de la Société du Grand Paris sont présentés gare par gare, du sud vers le nord, en tenant compte des incidences sur le tracé de part et d'autre de la gare considérée.

[2] *SIAAP : Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne*
[3] *TRAPIL : Société des Transports Pétroliers par Pipeline*
[4] *CPCU : Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain*

1.3.3.2 Les critères retenus

Les critères retenus pour la comparaison des impacts des différentes implantations sont présentés ci-après.

Cette analyse reprend les principaux arguments ressortant de l'analyse multicritère menée pour aboutir au choix du scénario retenu, en concertation avec les acteurs locaux et le Syndicat des Transports d'Ile-de-France (STIF).

1. Critères de fonctionnalités

- Critère 1.1 : Tracé et exploitation du réseau

Ce critère apprécie les incidences de l'implantation de la « boîte » de la gare (infrastructure gare) sur la performance du tracé de la ligne, tant au niveau du temps de parcours que par rapport aux ouvrages annexes (puits de ventilation, accès pompier, etc.) nécessaires. Il est évalué au regard des sous-critères suivants :

  - compatibilité avec le tracé,
  - compatibilité avec le programme.

- Critère 1.2 : Efficacité de la gare

Ce critère caractérise les possibilités d'organisation de la gare, tant au regard de son contexte urbain (position par rapport au quartier qu'elle dessert et au réseau viaire) que de son fonctionnement propre (organisation simple, claire et fonctionnelle). Les sous-critères suivants sont analysés :

  - facilité d'accès par la voirie,
  - simplicité fonctionnelle et clarté de l'organisation de la gare.

- Critère 1.3 : Connectivité de la gare

Ce critère apprécie l'efficacité de la correspondance entre la future gare et les modes ferrés existants, ainsi que le potentiel d'organisation ou de réorganisation des modes de transport non ferrés pour créer ou améliorer l'intermodalité. Ce critère est évalué au regard des sous-critères suivants :

  - facilité à organiser la correspondance avec les modes ferrés existants,
  - pertinence pour organiser la correspondance avec les modes bus et tramway,
  - pertinence pour organiser la correspondance avec les modes motorisés individuels,
  - facilité d'accès à pied et à vélo.

- Critère 1.4 : Insertion urbaine

Ce critère évalue la « création de valeur » instillée par la gare étudiée. Il s'agit d'évaluer la qualité de l'insertion de la gare dans le tissu urbain environnant, c'est-à-dire l'opportunité que représente son arrivée pour :

  - créer de nouveaux services et commerces dans l'enceinte de la gare,
  - permettre une valorisation urbaine du périmètre d'insertion de la gare et, le cas échéant, soutenir plus largement les projets de renouvellement ou de développement urbain,
  - desservir de façon attractive les polarités actuelles et futures du secteur (lieux publics, équipements et générateurs de flux particuliers).
  - Les sous-critères retenus sont les suivants :
  - pertinence en termes de création de services et de commerces à l'intérieur de la gare,
  - pertinence en termes de projets de valorisation urbaine,
  - pertinence en termes d'apport pour l'environnement local et la desserte du quartier.

2. Critères techniques et environnementaux

En premier lieu, cet ensemble de critères apprécie la facilité de construction du scénario d'implantation de la gare au regard des difficultés techniques identifiées. Les points durs d'insertion (proximité de réseaux souterrains, qualité des terrains, etc.), ainsi que les difficultés liées à la méthode constructive prévue sont analysés.

Dans un deuxième temps, cet ensemble de critères apprécie l'impact sur l'environnement du scénario d'implantation de la gare et du tracé local associé, au regard des enjeux et risques suivants :

- respect des enjeux de préservation de la nature ou de la biodiversité,
- respect du paysage urbain,
- préservation des ressources en eau,
- risques technologiques,
- risques naturels (mouvements de terrain, inondations, ruissellements urbains…),
- pollution des sols,
- préservation des emprises privées

Enfin, cet ensemble de critères apprécie la facilité de gestion du chantier de la gare et du tracé local associé vis-à-vis des riverains et des activités voisines. Les contraintes considérées sont les suivantes :

- emprises du chantier sur des espaces, publics ou privés, très fréquentés ou sensibles,
- nécessité de modifier le plan de circulation automobile (avec gestion de phases provisoires),
- impacts sur les réseaux de transport existants : incidences éventuelles sur la circulation des lignes ferroviaires, nécessité de déplacer une gare routière, une correspondance avec un autre mode de transport, ou de détourner une ligne de bus (avec gestion de phases provisoires),
- risques de nuisances sonores,
- risques de vibrations,
- gestion des déblais,
- toute autre contrainte technique de nature à complexifier la gestion du chantier et à avoir un impact sur les riverains et les activités voisines.

3. Critère de coûts

Ce critère évalue la maîtrise des coûts sur l'infrastructure (c'est-à-dire la gare et le tracé entre la gare précédente et la gare suivante) par rapport au scénario le plus économique.

4. Critère de délais

Ce critère évalue la maîtrise des délais de réalisation selon les deux sous-critères suivants :

- tenue des délais par rapport aux contraintes techniques,
- tenue des délais par rapport aux risques administratifs du projet : ceux-ci peuvent notamment concerner le relogement des occupants expropriés, la dépollution des sols, les acquisitions foncières, etc.

Exemple d'analyse multicritère des scénarios d'implantation de gare

Critère	Scénario 1	Scénario 2
1. Critères de fonctionnalités		
1.1 Tracé et exploitation du réseau	++	+
1.2 Efficacité de la gare	+	-
1.3 Connectivité de la gare	+	++
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	++	+
2. Critères techniques et environnementaux	+	+
3. Critères de coûts	+	+
4. Critères de délais	-	--

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable

1.3.3.3 Optimisation du tracé

Dans certains cas particuliers, une fois la position de la gare choisie, le tracé a été optimisé au cours des études préliminaires pour tenir compte d'un contexte particulier.

Sur le tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel, deux gares sont concernées :

- la gare de Saint-Cloud, avec un tracé en interface avec le domaine national de Saint-Cloud ;

- la gare de La Défense, dans un contexte contraint par la forte densité du bâti et par la présence de fondations profondes.

Les variantes de tracé étudiées au cours des études préliminaires autour de ces deux gares sont présentées dans les parties suivantes.

1.4 Scénarios de tracés et de gares du projet

1.4.1 Gare de Saint-Cloud

La gare « Saint-Cloud » du Grand Paris Express est implantée sur la commune de Saint-Cloud, le long de la rue Dailly, sur le parvis du bâtiment voyageur historique situé à proximité immédiate de la gare du Transilien, en face du centre hospitalier de Saint-Cloud.

Le positionnement de cette gare a été déterminé par le double enjeu d'intermodalité avec les lignes L et U du réseau Transilien, qui relient la gare Saint-Lazare et l'ouest de l'Ile-de-France (notamment Versailles, Saint-Nom-la-Bretèche et Saint-Quentin en Yvelines), et de desserte du centre-ville de Saint-Cloud, conformément aux objectifs énoncés dans le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris.

La gare Transilien actuelle et le passage sous les voies représentent un des rares points de franchissement piétonnier des voies ferrées dans une zone au relief contraint. Le choix de l'emplacement de la gare du Grand Paris Express est donc stratégique au vu des liaisons Seine / plateau. La gare offre également une correspondance avec les lignes de bus desservant le parvis.

Au cours des études préalables, deux scénarios de tracés ont été étudiés entre les gares de Pont de Sèvres et de Saint-Cloud :

- **Le** scénario 1 **(en jaune ci-contre) s'inscrit sous le domaine national de Saint-Cloud en rive gauche de la Seine. Il permet de concevoir la gare « Saint-Cloud » du Grand Paris Express avec des quais à une profondeur de 24 mètres par rapport au niveau du terrain naturel.**

- **Le** scénario 2 **(en bleu ci-contre) est tracé en rive droite de la Seine, sur le territoire de Boulogne-Billancourt, avant de traverser la Seine au nord du domaine national de Saint-Cloud. Ce tracé impose une gare de Saint-Cloud profonde, avec des quais à une profondeur de 46 mètres par rapport au niveau du terrain naturel.**

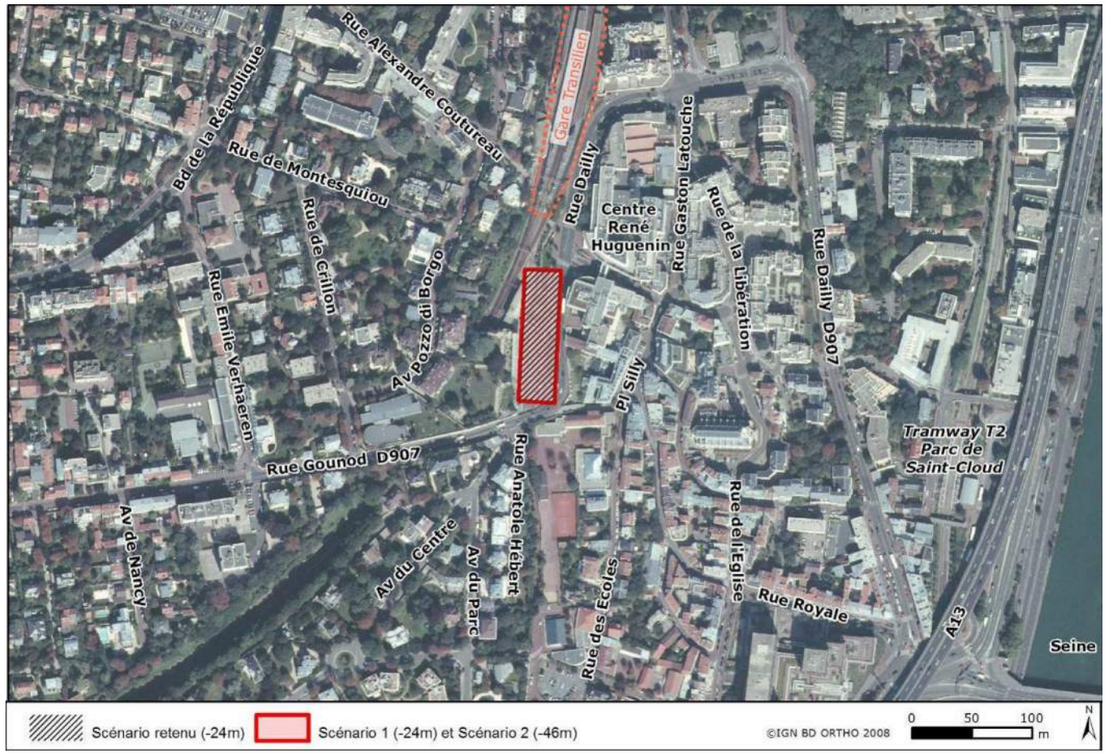
Les fortes contraintes d'insertion sur ce site ne laissent place qu'à un seul scénario d'implantation en plan de la gare, quel que soit le tracé envisagé. La boîte de la gare se situe en grande partie sous le parking de la place Joffre, et au pied du bâtiment voyageur historique de la gare, datant du règne de Napoléon III. Deux scénarios de gares **au même emplacement**, mais à des **profondeurs différentes** ont ainsi été étudiés, en lien avec les variantes de tracé étudiées entre Pont de Sèvres et Saint-Cloud.

- **scénario 1** : tracé du tunnel par la rive gauche de la Seine, sous le domaine national de Saint-Cloud, avec une gare d'une profondeur de 24 mètres ;

- **scénario 2** : tracé en rive droite de la Seine, avec une gare d'une profondeur de 46 mètres.

Vue en plan des variantes de tracé étudiées lors des études préalables (2011)

Vue en plan d'implantation des différents scénarios de la gare de Saint-Cloud



La **correspondance avec la gare Transilien** s'effectue via la passerelle existante, au moyen d'un cheminement extérieur situé le long de la rue Dailly et passant au-dessus du faisceau ferroviaire. Un nouveau cheminement souterrain pour franchir les voies ferrées a été étudié ; cependant, son coût et la difficulté de sa réalisation ont été jugés rédhibitoires : sa réalisation ne permettrait ainsi pas le maintien de l'exploitation ferroviaire pendant les travaux.

Un **couloir d'accès souterrain à la gare du Grand Paris Express**, depuis la ville basse et passant sous la rue Dailly et le centre hospitalier, a été étudié pour faciliter l'accès à la gare depuis le centre-ville de Saint-Cloud. Toutefois, **sa réalisation est rendue impossible** par la nature des sols et la présence des fondations profondes de l'hôpital.

Analyse multicritère des scénarios de la gare de Saint-Cloud

Critère	Scénario 1	Scénario 2
1. Critères de fonctionnalités		
1.1 Tracé et exploitation du réseau	+	+
1.2 Efficacité de la gare	+	-
1.3 Connectivité de la gare	-	-
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	++	++
2. Critères techniques et environnementaux	-	--
3. Critères de coûts	+	+
4. Critères de délais	+	-

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable

Dans **le scénario 1**, la moindre profondeur de la gare (24 mètres) permet d'assurer une meilleure efficacité fonctionnelle. Une gare peu profonde est également plus simple, plus rapide et moins onéreuse à réaliser.

Cependant, le tracé du métro est dans ce cas nécessairement situé en rive gauche de la Seine et passe alors sous le domaine national de Saint-Cloud, ce qui nécessite de localiser les émergences de certains ouvrages annexes dans le parc (voir ci-après). Ce tracé offre toutefois la possibilité d'envisager une mutualisation des ouvrages aménagés sur l'emprise de l'Ile de Monsieur dans le cadre de la réalisation du tronçon Pont de Sèvres – Noisy-Champs (« Ligne 15 Sud »), ayant fait l'objet d'une enquête préalable à déclaration d'utilité publique à l'automne 2013. Une éventuelle évacuation des déblais par la Seine à partir du puits du tunnelier déjà prévu pour ce tronçon sera également permise.

Dans **le scénario 2**, le tracé du métro est situé en rive droite de la Seine jusqu'à son franchissement au nord du domaine national de Saint-Cloud, et n'a donc pas d'impact sur ce dernier. Cependant, ce tracé conduit à réaliser une gare d'une profondeur de 46 mètres : cette grande profondeur dégrade fortement la qualité d'accessibilité de la gare, ce qui en réduit l'attractivité. De plus, ce tracé en rive droite ne permet pas d'utiliser les ouvrages de chantier aménagés sur l'Ile de Monsieur.

Le scénario 1 est retenu pour ses avantages en termes d'accessibilité et d'efficacité de la gare « Saint-Cloud » du Grand Paris Express. La réalisation du projet sera en outre facilitée du fait de la faible profondeur de la gare et de la possibilité d'utiliser les ouvrages déjà aménagés sur l'emprise de l'Ile de Monsieur dans le cadre de la réalisation du tronçon Pont de Sèvres – Noisy-Champs.

Optimisation du tracé sous le domaine national de Saint-Cloud

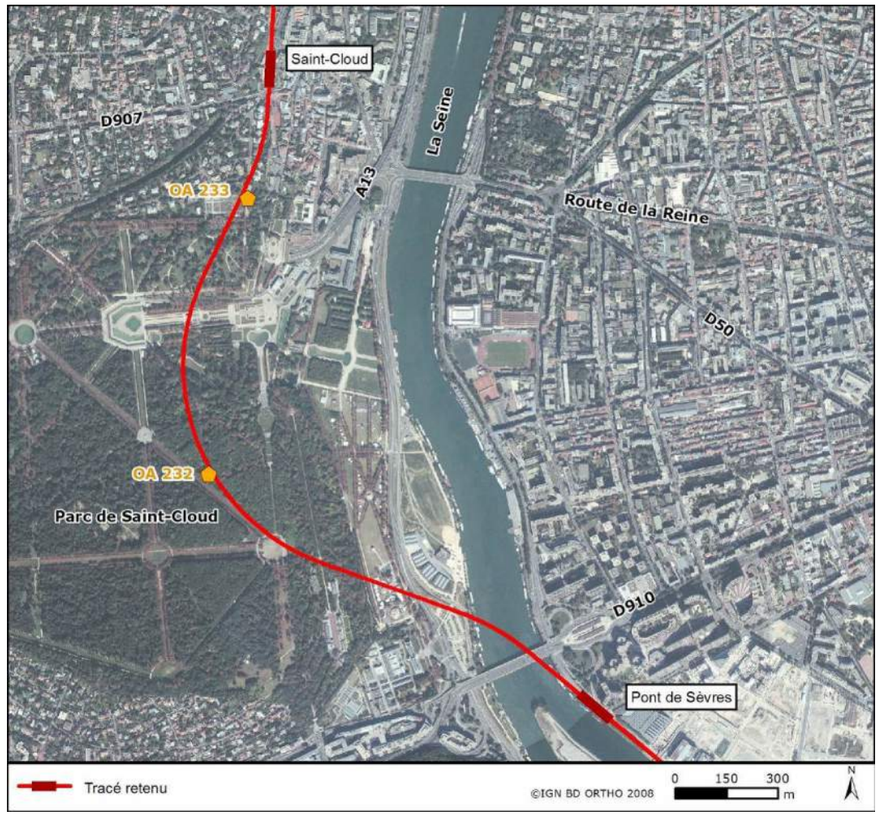
Au cours des études préliminaires puis des études approfondies menées en 2013 et en 2014, le tracé du tunnel entre l'ouvrage de l'Ile de Monsieur et la gare de Saint-Cloud a été affiné. Parmi les changements, un décalage vers l'ouest de l'implantation a permis de s'éloigner des fondations profondes des tunnels de l'autoroute A13. Par ailleurs, l'étude des impacts potentiels sur le domaine de Saint-Cloud a conduit à modifier les positions des ouvrages annexes, afin d'atténuer les conséquences des travaux sur le domaine (le tracé retenu apparaît en rouge sur la carte ci-contre).

Toutefois, les réflexions conjointes avec le gestionnaire du domaine de Saint-Cloud se poursuivent pour ajuster l'insertion et la configuration des deux ouvrages concernés (« OA 232 » et « OA 233 »), en lien avec le tracé du tunnel, en vue de réduire autant que possible les contraintes liées à la position des émergences au sein du parc ainsi qu'à la phase de réalisation (problématiques d'accessibilité aux chantiers et d'évacuation des déblais).

La faisabilité d'une solution technique de réalisation de ces deux ouvrages en galerie (en cours de réflexion à la Société du Grand Paris), pouvant permettre d'en déporter les émergences par rapport au tracé du tunnel, est notamment examinée, compte tenu des enjeux environnementaux et des enjeux d'usage du site.

À cet effet, le plan général des travaux présenté à l'enquête publique (pièce E du présent dossier d'enquête) comprend un élargissement de la zone d'intervention potentielle du projet entre l'Ile de Monsieur et la gare de Saint-Cloud, de manière à préserver les possibilités d'optimisation ultérieure de l'insertion du tracé et des ouvrages annexes.

Vue en plan du tracé issu des études préliminaires approfondies



1.4.2 Gare de Rueil - Suresnes « Mont Valérien »

La gare Rueil - Suresnes « Mont Valérien » du Grand Paris Express est située sur la commune de Rueil-Malmaison à côté de la place du 8 mai 1945, à la limite de Suresnes.

Le schéma d'ensemble préconise cette localisation qui permet la desserte des quartiers des Hauts de Suresnes (cité-jardin) et du plateau à Rueil-Malmaison, actuellement peu desservis par les transports en commun.

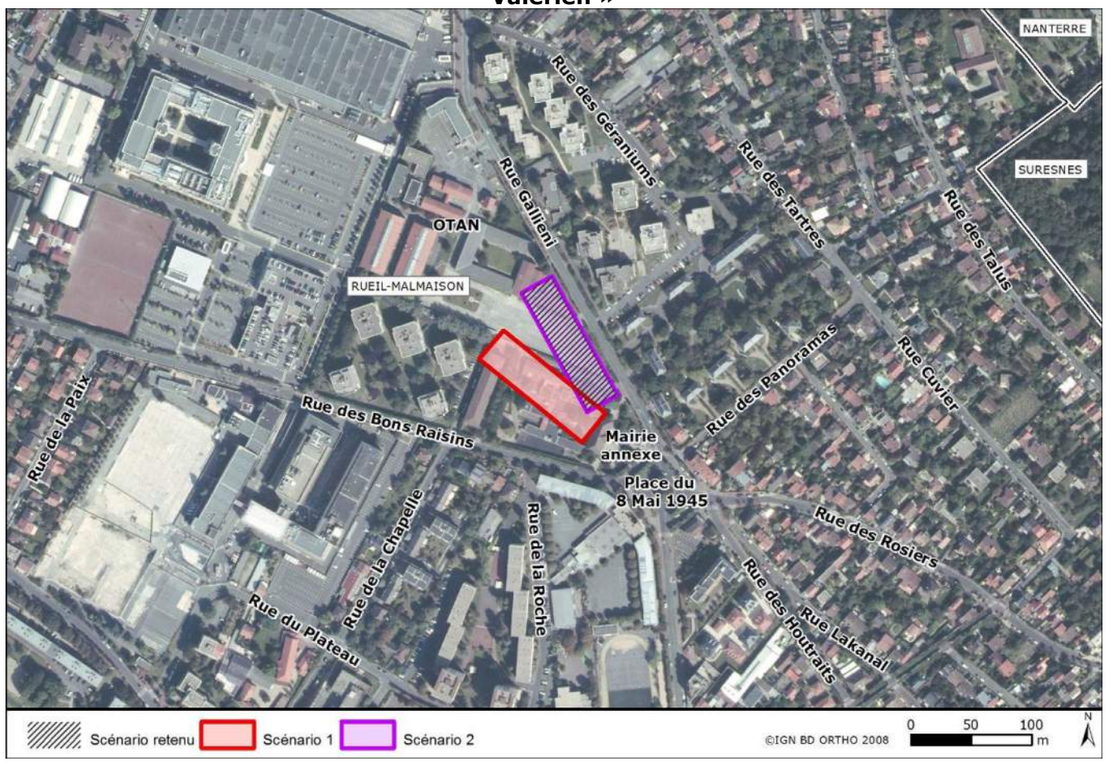
En complément du désenclavement des zones d'habitat, la gare accompagne le développement de plusieurs zones en requalification autour de la mairie annexe du Mont Valérien, notamment les terrains de l'OTAN au nord-ouest.

Au sein de ce quartier amené à évoluer, la position de la gare du Grand Paris Express représente un enjeu fort pour accompagner la mutation de la zone, favoriser les déplacements des voyageurs liés à ce nouveau pôle local à l'ouest de Paris, et désenclaver l'ensemble du plateau. Dans ce contexte, deux scénarios ont été étudiés :

- **scénario 1** (en **rouge** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte se fait en partie sur l'emplacement de la mairie annexe ;

- **scénario 2** (en **violet** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte se fait le long de la rue Gallieni.

Vue en plan d'implantation des différents scénarios de la gare de Rueil - Suresnes « Mont Valérien »



Analyse multicritère des scénarios de la gare de Rueil - Suresnes « Mont Valérien »

Critère	Scénario 1	Scénario 2
1. Critères de fonctionnalités		
1.1 Tracé et exploitation du réseau	+	+
1.2 Efficacité de la gare	+	+
1.3 Connectivité de la gare	+	+
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	+	++
2. Critères techniques et environnementaux	+	+
3. Critères de coûts	++	++
4. Critères de délais	+	+

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable

Dans le **scénario 1**, l'émergence de la gare permet de donner une nouvelle dimension à la place du 8 mai 1945 en créant une accroche visuelle forte, nouveau repère pour les riverains et les futurs usagers du métro. Une localisation de la boîte de la gare au centre de la parcelle de la mairie annexe permet par ailleurs d'assurer une emprise chantier plus confortable. En contrepartie, cette variante implique la démolition de la mairie annexe ainsi que d'autres bâtiments municipaux.

Dans le **scénario 2**, la gare reste un repère visuel important sur la place. Les caractéristiques fonctionnelles de la gare sont identiques à celles du scénario 1. Le scénario 2 présente l'avantage supplémentaire de répondre à la demande de la ville de préserver le bâtiment de la mairie annexe.

Le **scénario 2** le long de la rue Gallieni est retenu, car il permet de préserver le bâtiment de la mairie annexe. L'implantation de la gare à proximité de la place du 8 mai 1945 et de la mairie annexe lui permet de jouer un rôle de signal et de favoriser la création d'une nouvelle polarité au sein d'un quartier en évolution.

1.4.2.1 Gare de Nanterre La Boule

Le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris, approuvé en 2011, retenait la gare de Nanterre La Boule à titre conservatoire. Les études ultérieures ont établi l'opportunité de l'aménagement de cette gare du Grand Paris Express, dont la réalisation a été confirmée par le Gouvernement dans le cadre du « Nouveau Grand Paris » en mars 2013.

La gare de Nanterre La Boule est implantée sur la commune de Nanterre, à proximité de la place de la Boule. Cette localisation a été choisie pour permettre une desserte améliorée des quartiers d'habitat dense du sud de Nanterre et assurer le désenclavement d'un secteur aujourd'hui non desservi par un mode de transport en commun structurant.

Elle permet la correspondance avec de nombreuses lignes de bus, notamment depuis et vers Rueil-Malmaison, ainsi qu'avec le futur prolongement du tramway T1 depuis Asnières-sur-Seine et Gennevilliers, qui traverserait la place de la Boule en passant par l'avenue Frédéric et Irène Joliot Curie au nord-est et par l'avenue du Maréchal Joffre au sud-ouest.

La place de la Boule se situe au centre d'un quartier contrasté en pleine mutation comptant plusieurs grandes opérations de construction : îlot des Suisses, îlot Sainte-Geneviève, îlot des Vignes, secteur des Chenevreux, etc. Cette place est au croisement de plusieurs grands axes structurants de la ville, et l'implantation de la gare du Grand Paris Express vient renforcer ce pôle urbain et de transport. Dans ce contexte, la position de la boîte souterraine a fait l'objet de l'étude de deux scénarios :

- **scénario 1** (en **rouge** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la gare se fait sous l'avenue Frédéric et Irène Joliot-Curie et son émergence s'inscrit au nord de la place de la Boule ;

- **scénario 2** (en **violet** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la gare se fait sous la parcelle « France Habitation » située sur le côté sud de l'avenue Frédéric et Irène Joliot-Curie ; son émergence est située au rez-de-chaussée du projet immobilier.

Vue en plan d'implantation des différents scénarios de la gare de Nanterre La Boule

Analyse multicritère des scénarios de la gare de Nanterre La Boule

Critère	Scénario 1	Scénario 2
1. Critères de fonctionnalités		
1.1 Tracé et exploitation du réseau	+	+
1.2 Efficacité de la gare	+	-
1.3 Connectivité de la gare	+	++
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	++	-
2. Critères techniques et environnementaux	-	-
3. Critères de coûts	-	-
4. Critères de délais	-	--

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable

Dans le **scénario 1** au nord de la place de la Boule, la gare se situe à proximité du centre-ville de Nanterre, ce qui est favorable en termes d'apport pour l'environnement local et la desserte de ce quartier. Elle offre une bonne correspondance avec les lignes de bus actuelles dont les arrêts sont proches de l'émergence. Cependant, plusieurs contraintes fortes d'insertion de la boîte souterraine de la gare sont à prendre en compte, avec la présence du parking souterrain du magasin Décathlon et de l'immeuble France Habitation de part et d'autre de la boîte de la gare. Le phasage de réalisation des travaux de la gare, implantée sous l'avenue Joliot-Curie, est prévu pour permettre la continuité de la circulation en surface.

Dans le **scénario 2** également au nord de la place, la gare est située sous l'actuel immeuble France Habitation. Elle offre une meilleure qualité de correspondance que le scénario 1. Le projet de démolition de l'immeuble France Habitation et de construction d'un nouveau projet immobilier à cet emplacement crée une opportunité de construction de la gare en dehors de l'emprise de l'avenue Joliot-Curie. Cependant, les plannings de construction respectifs de ce nouveau projet et de la gare ne sont pas compatibles : le scénario 2 entraîne ainsi des retards dans la construction des nouveaux immeubles de logement. De plus, la gare est directement située sous le futur immeuble : les parkings de l'immeuble doivent être situés dans la boîte de la gare, ce qui réduit son volume utile et limite son efficacité. Par ailleurs, la gare impacte défavorablement le programme du projet immobilier.

Le **scénario 1** est retenu par rapport au scénario 2, principalement du fait des contraintes de planning et d'occupation du sous-sol entraînées par le projet de reconstruction de l'immeuble France Habitation.

1.4.3 Gare de Nanterre La Folie

La gare Grand Paris Express de Nanterre La Folie est implantée sur la commune de Nanterre, à proximité de la Garenne-Colombes et de Courbevoie. Elle est localisée le long du faisceau de voies ferroviaires qui accueillera une gare du projet EOLE[5] (prolongement du RER E à l'ouest), dans le quartier des Groues, dont le développement est à venir (opération d'aménagement urbain portée par l'Établissement public d'aménagement de La Défense Seine Arche EPADESA).

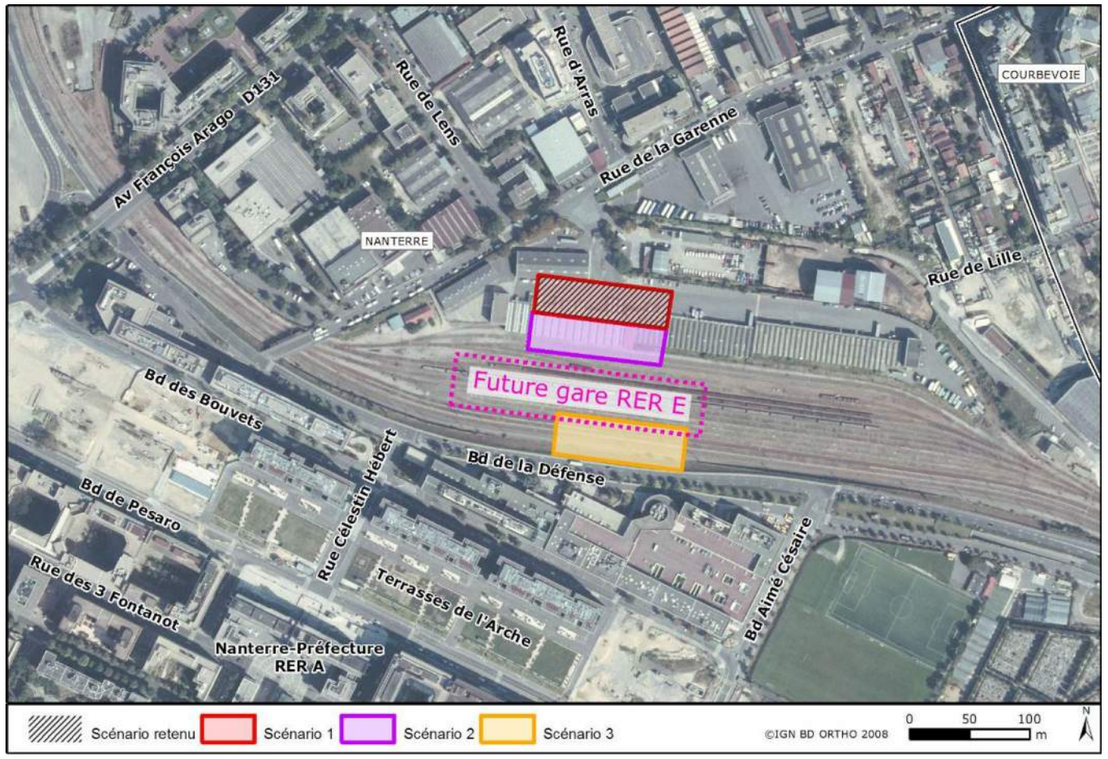
Cette localisation a été retenue dans le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris pour offrir une desserte complémentaire de ce quartier aujourd'hui enclavé, ainsi que pour son opportunité de correspondance avec le RER A et surtout le futur RER E.

Le projet du quartier des Groues prévoit un réaménagement complet de ce secteur marqué par les emprises ferroviaires et industrielles en nouveau quartier urbain. Cette mutation profonde est accompagnée d'une desserte efficace du quartier en transports en commun, notamment l'insertion de la gare de la ligne 15, en correspondance avec le projet EOLE ainsi qu'à terme avec les futurs prolongements des lignes verte et orange du Grand Paris Express. Le projet de gare EOLE aura une émergence au sud des voies actuelles. La gare « Nanterre Préfecture » du RER A, située à 250 mètres environ vers le sud, est accessible aux piétons via la voirie publique.

Pour satisfaire à ces exigences de réorganisation du tissu urbain et accompagner le projet des Groues et la revalorisation de ce quartier de Nanterre, plusieurs scénarios ont été étudiés :

- **scénario 1** (en **rouge** sur le schéma ci-contre) : la gare est implantée au nord des voies ferrées ;
- **scénario 2** (en **violet** sur le schéma ci-contre) : la gare est implantée sous les voies ferrées au nord du faisceau ;
- **scénario 3** (en **jaune** sur le schéma ci-contre) : la gare est implantée sous les voies ferrées au sud du faisceau, le long du boulevard de La Défense.

Vue en plan d'implantation des différents scénarios de la gare de Nanterre la Folie



Dans le **scénario 1**, la gare Grand Paris Express est située dans le quartier des Groues au nord des voies ferrées. Son émergence, au-dessus de la boîte souterraine de la gare, s'ouvre sur le parvis de la future place publique située au nord des voies ferrées et sur le futur pont qui prolongera la rue Célestin Hébert au-dessus des voies ferrées jusqu'à la rue de la Garenne. De plus, l'émergence est située au-dessus du niveau des voies ferrées, ce qui lui confère une très forte visibilité et la transforme en repère urbain à l'échelle du site. Par ailleurs, son emplacement rend possible une indépendance des phasages de travaux avec le RER E, ainsi qu'avec les lignes verte et orange du Grand Paris Express.

Dans le **scénario 2**, la gare Grand Paris Express, implantée sous les voies de fret et sous un quai d'EOLE, offre une bonne correspondance avec le RER E. Son émergence, déportée par rapport à sa partie souterraine, donne sur le parvis de la future place publique. Cela permet d'assurer une bonne correspondance avec les lignes de bus qui desservent la gare. L'insertion de la gare sous les voies ferrées présente cependant des contraintes de réalisation fortes car elle nécessite une imbrication des phasages travaux avec le projet EOLE. De plus, ce scénario impose de prendre des mesures conservatoires pour la réalisation des parties souterraines des gares des lignes verte et orange, qui devraient alors être situées sous le bâtiment voyageur de la ligne rouge. Ces contraintes et interfaces techniques plus importantes entraînent des surcoûts élevés.

Analyse multicritère des scénarios de la gare de Nanterre La Folie

Critère	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
1. Critères de fonctionnalités			
1.1 Tracé et exploitation du réseau	++	+	+
1.2 Efficacité de la gare	++	++	-
1.3 Connectivité de la gare	++	++	-
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	++	++	+
2. Critères techniques et environnementaux	+	+	+
3. Critères de coûts	++	-	-
4. Critères de délais	+	-	-

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable

[5] *EOLE : Est Ouest Liaison Express*

Dans le **scénario 3**, la gare, implantée sous les voies ferrées, au sud du faisceau, vient conforter l'accès sud du RER E. Elle a vocation à devenir un repère urbain, mais l'absence de parvis lui confère une visibilité moindre et ne permet pas une bonne intermodalité en surface. En outre, cette implantation ne permet pas d'offrir à l'émergence un accès direct au quartier des Groues au nord des voies. Sa réalisation implique des mesures conservatoires et un surcoût important pour les boîtes souterraines des lignes verte et orange du Grand Paris Express, situées sous les voies d'EOLE, ainsi que des contraintes fortes de phasage entre les différentes opérations.

Le **scénario 1** est retenu du fait de sa simplicité par rapport aux autres scénarios en matière de phasage des travaux, d'indépendance et de coordination des différents projets. Il offre une bonne visibilité à l'échelle du quartier des Groues. De plus, le coût de réalisation est largement inférieur aux autres scénarios, puisque celui-ci n'impose pas la réalisation de mesures conservatoires onéreuses pour les lignes verte et orange du Grand Paris Express.

1.4.4 Gare de La Défense

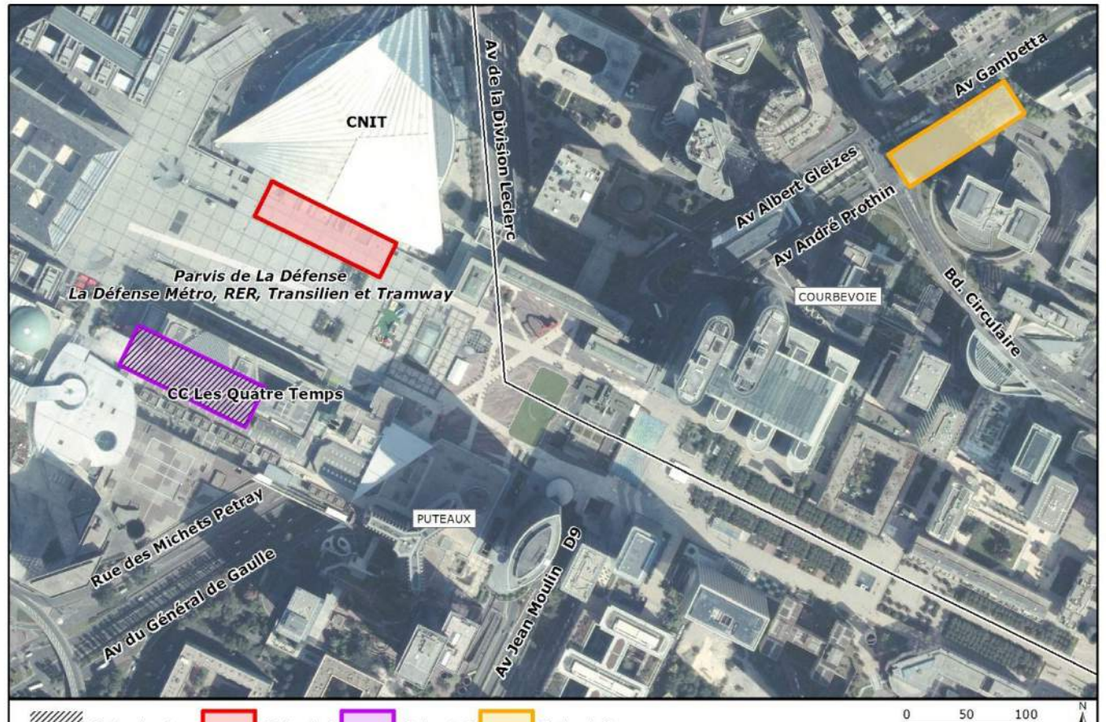
Le quartier de la Défense est le plus grand pôle d'affaires de la région parisienne. Il est desservi par le RER A, la ligne 1 du métro, le tramway T2, les lignes Transilien L et U et de nombreux bus et autocars. De plus, le projet du prolongement du RER E à l'ouest desservira également La Défense, avec une gare sous le CNIT.

Conformément au schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris, la gare de la ligne 15 a pour vocation de consolider le pôle multimodal actuel (« Cœur Transport »), nœud majeur du réseau de transports en commun francilien. La desserte du quartier d'affaires par le Grand Paris Express confirmera l'importance de La Défense sur le territoire du Grand Paris. Enfin, le Grand Paris Express permettra un accès rapide aux aéroports de Paris : Le Bourget, Orly et Roissy - Charles de Gaulle.

Dans ce contexte, trois scénarios ont été étudiés :

- **scénario 1** (en **rouge** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte se fait sous le parvis devant le CNIT, sur la commune de Puteaux ;
- **scénario 2** (en **violet** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte se fait sous le centre commercial « Les Quatre Temps », sur la commune de Puteaux, en utilisant les anciennes mesures conservatoires de la ligne 1 du métro, dont la station était initialement prévue sous « Les Quatre Temps » ;
- scénario 3 **(en** jaune **sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte se fait sous l'avenue Gambetta, sur la commune de Courbevoie.**

Vue en plan d'implantation des différents scénarios de la gare de La Défense



Analyse multicritère des scénarios de la gare de La Défense

Critère	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
1. Critères de fonctionnalités			
1.1 Tracé et exploitation du réseau	+	-	+
1.2 Efficacité de la gare	-	+	++
1.3 Connectivité de la gare	++	+	--
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	--	+	-
2. Critères techniques et environnementaux	--	-	-
3. Critères de coûts	--	-	++
4. Critères de délais	--	-	+

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable

Dans le **scénario 1**, la gare est implantée entre la future gare du RER E et le RER A, au cœur du pôle multimodal de La Défense, et offre donc des temps de correspondance optimaux. Cependant, la proximité des nouvelles gares RER E et Grand Paris Express implique des travaux très proches et très imbriqués, qui ont un impact fort sur le fonctionnement du CNIT et des voies de livraison de ce dernier.

Dans le **scénario 2**, la gare est implantée sous le centre commercial « Les Quatre Temps », dans les anciennes mesures conservatoires de la ligne 1 du métro, inutilisées à ce jour. Il s'agit d'une emprise en volume sous le parking du centre commercial. Une trémie pouvant accueillir des circulations verticales est créée dans les différents niveaux de parking pour rejoindre le Cœur Transport. Ce scénario de gare permet une bonne correspondance avec les autres lignes de transport du pôle multimodal de La Défense. Sa position permet d'équilibrer le pôle par rapport au RER E.

Les travaux requièrent un travail de préparation important et un phasage particulièrement minutieux, puisqu'ils seront réalisés sous le parking du centre commercial, mais peuvent être prévus de façon à limiter au maximum l'impact du chantier sur l'exploitation du centre commercial lui-même et côté CNIT. Ce scénario est par ailleurs compatible avec la réalisation éventuelle d'un nouvel accès à Cœur Transport depuis Puteaux, au sud du centre commercial « Les Quatre Temps » (projet hors périmètre du présent dossier d'enquête publique).

Dans le **scénario 3**, la gare implantée sous l'avenue Gambetta présente une plus grande simplicité de réalisation, comparée aux deux scénarios précédents. Cependant, les correspondances sont dissuasives avec le Cœur Transport, trop éloigné, ce qui réduit l'attractivité du projet et donc son intérêt en termes d'allégement du trafic sur les lignes de transport en commun existantes. De plus, les travaux présentent une interface complexe avec le tunnel du projet de prolongement du RER E à l'ouest.

Le **scénario 2**, retenu, offre une intermodalité de qualité, enjeu majeur pour la consolidation du pôle multimodal actuel. Ce scénario permet également d'utiliser les mesures conservatoires de la ligne 1, ce qui le rend économiquement intéressant et permet d'organiser les travaux en limitant les impacts sur le fonctionnement actuel du pôle d'échanges de La Défense. L'équilibre apporté au pôle Cœur Transport de La Défense et la possible ouverture vers Puteaux lui confèrent une position favorable dans la réorganisation des échanges.

La réalisation de la gare requerra en tout état de cause un phasage très précis du fait de l'environnement particulièrement contraint dans lequel elle se fera.

Optimisation du tracé de part et d'autre de la gare de La Défense :

Le tracé du tunnel de part et d'autre de la gare de La Défense a été élaboré en deux étapes.

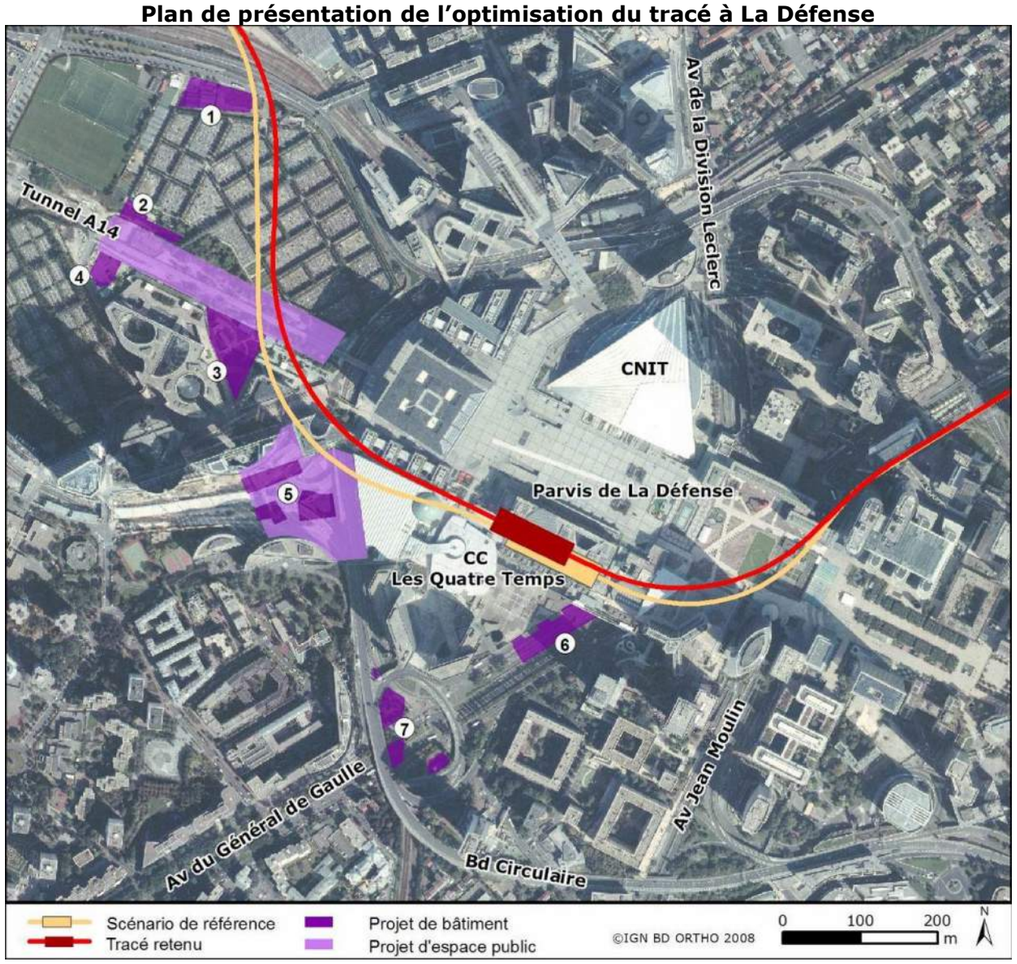
Les études préalables (2011) de la gare de la ligne 15 ont permis le choix de l'emplacement de la boîte de la gare, et c'est ce choix d'emplacement qui a déterminé le tracé du tunnel : en effet, le tracé découle de la présence de très nombreuses contraintes souterraines à La Défense, telles que les fondations des immeubles de grande hauteur ou les nombreuses infrastructures souterraines (tunnels du RER ou de l'autoroute A14). Le tunnel était contraint d'éviter ces obstacles ; la géométrie du tracé qui en découlait ne permettait pas aux trains de circuler à une vitesse optimisée.

Le tracé du tunnel a été affiné au cours des études préliminaires approfondies de 2014, afin de tenir compte des projets d'aménagement portés par l'Établissement public d'aménagement de La Défense Seine Arche (EPADESA).

En effet, le tracé initial (« scénario de référence » en jaune dans la carte ci-contre) croise successivement la Tour des Jardins de l'Arche (1), l'immeuble Skylight (3) en projet aux abords de la promenade de l'Arche, les tours du projet d'aménagement du carrefour de la Demi-Lune et l'extension du centre commercial des Quatre Temps (5). Tous ces projets d'immeubles de grande hauteur prévoient des fondations profondes et des parkings souterrains.

Le tracé optimisé au cours des études préliminaires approfondies (en rouge ci-contre) évite les interfaces avec les sous-sols de ces projets et atténue par ailleurs les courbes du tracé à l'est de La Défense, permettant aux trains de rouler à une vitesse optimisée.

Plan de présentation de l'optimisation du tracé à La Défense



1 : Tour des Jardins de l'Arche
2 : Ilot 19
3 : Skylight
4 : Hôtel Valmy
5 : Carrefour de la Demi-Lune
6 : Frange bâtie de la Voie des Douces
7 : Secteur de la Rose-Boieldieu

1.4.5 Gare de Bécon-les-Bruyères

Conformément aux objectifs définis dans le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris, la gare « Bécon-les-Bruyères » de la ligne 15 est positionnée au plus près de la gare Transilien existante, qui constitue le point de jonction entre les branches de la ligne L du réseau Transilien en provenance du Val-d'Oise et des Yvelines.

La gare Grand Paris Express est implantée principalement sur la commune de Courbevoie, à la limite des territoires des communes de Bois-Colombes et d'Asnières-sur-Seine. Cette localisation permet également d'accompagner le projet de la ZAC des Bruyères, implanté sur la commune de Bois-Colombes.

La gare vient s'insérer dans le triangle formé par la fourche des voies du Transilien et la rue de Bois-Colombes. Cette zone appartient actuellement à la SNCF et à Réseau Ferré de France, et comprend plusieurs bâtiments. Dans le cadre de la mise en accessibilité de la gare Transilien de Bécon-les-Bruyères, une passerelle est construite au-dessus des quais du Transilien. Cette passerelle, qui devrait être fonctionnelle à compter de 2017, avant les travaux de la gare de la ligne 15, est dimensionnée pour accueillir les futurs flux des voyageurs générés par le Grand Paris Express.

Le quartier de la gare est dense en habitats et en bureaux avec notamment le centre-ville de Courbevoie au sud, un quartier résidentiel d'Asnières-sur-Seine comprenant plusieurs équipements publics au nord, et la ZAC des Bruyères à Bois-Colombes, à l'ouest. Cette ZAC, déjà en grande partie réalisée, est un pôle d'emplois qui draine de nombreux usagers du Transilien.

Afin de répondre au mieux aux objectifs de ce secteur, les implantations suivantes ont été étudiées pour la gare du Grand Paris Express :

- **scénario 1** (en **rouge** sur le schéma ci-contre) : la boîte de la gare est implantée parallèlement aux voies ferrées du Transilien passant au sud ;
- **scénario 2** (en **violet** sur le schéma ci-contre) : la boîte de la gare est implantée suivant un axe nord-est / sud-ouest.

Analyse multicritère des scénarios de la gare de Bécon-les-Bruyères

Critère	Scénario 1	Scénario 2
1. Critères de fonctionnalités		
1.1 Tracé et exploitation du réseau	-	++
1.2 Efficacité de la gare	+	+
1.3 Connectivité de la gare	+	+
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	++	++
2. Critères techniques et environnementaux	-	+
3. Critères de coûts	-	-
4. Critères de délais	-	-

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable

Vue en plan des différents scénarios de la gare de Bécon-les-Bruyères

Dans le **scénario 1**, la gare s'insère entièrement dans le triangle ferroviaire et s'affirme comme un nouveau repère visuel dans le paysage. Cette zone, actuellement occupée par des habitations et des entrepôts de la SNCF et de Réseau Ferré de France, est ainsi complètement revalorisée. En revanche, ce scénario présente une interface avec un poste de régulation et de signalisation ferroviaire. La passerelle, qui sera déjà réalisée, rend également plus complexe la réalisation de la boîte.

Dans le **scénario 2**, la gare présente des caractéristiques similaires en termes d'emplacement, de profondeur, d'accès et de correspondance avec le Transilien. Cependant, elle possède un net avantage au niveau du tracé du métro en amont et en aval de son emplacement. En effet, la gare ainsi positionnée permet un tracé plus direct et réduit d'environ 100 mètres le parcours entre La Défense et Bois-Colombes, évitant des virages serrés qui limitent la vitesse de circulation du métro. En outre, la gare évite les impacts sur le poste de régulation et de signalisation ferroviaire, et sa réalisation est compatible avec la future passerelle.

Le **scénario 2** est principalement retenu du fait du gain d'efficacité qu'il présente en matière de temps de parcours sur le tronçon, ce qui constitue un critère essentiel pour atteindre les objectifs de vitesse commerciale de la ligne (environ 55 km/h).

De plus, ce scénario évite d'importants impacts sur le fonctionnement du faisceau ferré existant.

1.4.6 Gare de Bois-Colombes

Conformément aux objectifs définis dans le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris, la gare « Bois-Colombes » de la ligne 15 vise à créer une correspondance avec la ligne J du réseau Transilien et à offrir aux habitants du Val-d'Oise un accès au réseau Grand Paris Express. Une localisation de la gare au plus près de la gare Transilien existante a ainsi été recherchée.

En fonction des évolutions futures de l'offre de service sur la ligne J, certaines missions du Transilien desservant les Yvelines (branche de Mantes-la-Jolie) pourront également bénéficier, à terme, de la correspondance avec la ligne 15 du Grand Paris Express en gare de Bois-Colombes.

La gare est implantée au centre-ville de Bois-Colombes et à proximité du territoire de la commune d'Asnières-sur-Seine.

Trois scénarios ont été étudiés afin de concevoir au mieux l'insertion urbaine du projet :

- **scénario 1** (en **rouge** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte de la gare se fait place de la Résistance, avec une émergence au sud entre les voies du Transilien et la rue Mertens, dans la continuité de la place et à côté du marché couvert ;

- **scénario 2** (en **violet** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte se fait le long de la rue d'Estienne d'Orves avec une émergence sur la place du marché, entre la rue d'Estienne d'Orves, la rue Mertens et les voies du Transilien au niveau de l'accès secondaire (nord) de la gare Transilien ;

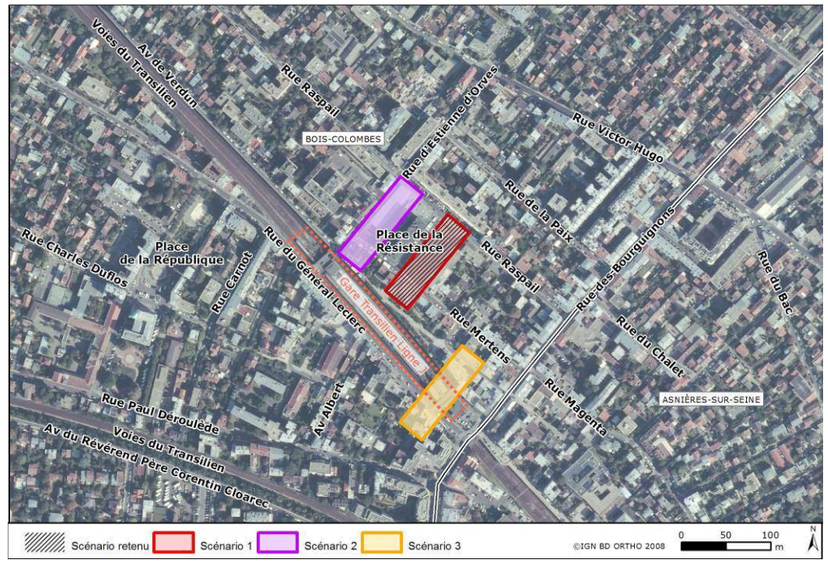
- **scénario 3** (en **jaune** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte se fait sous l'accès principal de la gare Transilien (accès sud), en bordure de la commune d'Asnières-sur-Seine.

Analyse multicritère des scénarios de la gare de Bois-Colombes

Critère	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
1. Critères de fonctionnalités			
1.1 Tracé et exploitation du réseau	++	++	++
1.2 Efficacité de la gare	-	-	-
1.3 Connectivité de la gare	++	+	-
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	+	+	+
2. Critères techniques et environnementaux	-	--	--
3. Critères de coûts	-	--	--
4. Critères de délais	-	-	--

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable

Vue en plan d'implantation des différents scénarios de la gare de Bois-Colombes



Dans le **scénario 1**, l'implantation de la boîte offre une excellente centralité à la gare et permet une bonne insertion urbaine qui revalorise l'espace public, en redéfinissant la place comme un espace piéton. La gare s'affirme comme un nouveau repère dans le paysage urbain de Bois-Colombes. Sa réalisation impose cependant la démolition de bâtiments se situant entre la place de la Résistance et les voies ferrées du Transilien. La correspondance avec le Transilien se fait en souterrain, après comblement de la voie centrale du Transilien permettant l'élargissement des quais et l'insertion d'accès mécanisés entre la gare Transilien et la gare Grand Paris Express.

Dans le **scénario 2**, la gare présente des caractéristiques relativement similaires en termes d'insertion urbaine. Néanmoins, la réalisation de la gare présente de nombreuses difficultés puisque l'emprise nécessaire rue d'Estienne d'Orves impose la démolition de plusieurs bâtiments, dont une partie du marché couvert, et entraîne des difficultés logistiques très importantes en matière de phasage de réalisation. Par ailleurs, la correspondance avec le Transilien, qui s'effectue en souterrain, comme dans le scénario 1, interfère alors avec l'accès secondaire de la gare.

Dans le **scénario 3**, la gare Grand Paris Express dispose d'une bonne visibilité à proximité de l'accès principal de la gare Transilien. Ce scénario présente un intérêt local important du fait de sa situation à la limite des deux communes. La construction de l'émergence nécessite toutefois la démolition de trois grands bâtiments. La réalisation de la boîte sous des voies ferrées exploitées et sous du bâti présente de très grandes difficultés techniques et a un impact important en termes de coûts et de délais. Par ailleurs, la correspondance avec le Transilien interfère avec l'accès principal de la gare.

Le **scénario 1** est retenu dans ce secteur particulièrement contraint. En effet, sa position sur la place de la Résistance lui confère une moins grande difficulté de réalisation que les autres scénarios, contraints dans des emprises encore plus étroites. Il permet par ailleurs de revaloriser le centre de Bois-Colombes en donnant un nouveau visage à la place de la Résistance.

Ce scénario propose de plus une correspondance directe de qualité entre les quais de la gare Transilien et la gare du Grand Paris Express.

1.4.7 Gare des Agnettes

La gare « Les Agnettes » du Grand Paris Express, située à la limite des communes de Gennevilliers et d'Asnières-sur-Seine, a été localisée de manière à permettre la desserte d'un environnement urbain déjà constitué et dense, tout en assurant la correspondance avec la ligne 13 du métro vers Paris.

Elle se situe au cœur d'une zone inscrite comme mutable dans les plans locaux d'urbanisme (PLU) des deux communes, notamment le quartier des grands ensembles le long de la rue Louis Calmel à Gennevilliers, et doit ainsi permettre d'accompagner les opérations d'aménagement futures.

Afin d'insérer au mieux la gare du Grand Paris Express dans un espace urbain dense et contraint et d'accompagner le développement de ce secteur amené à évoluer, trois scénarios ont été étudiés et comparés :

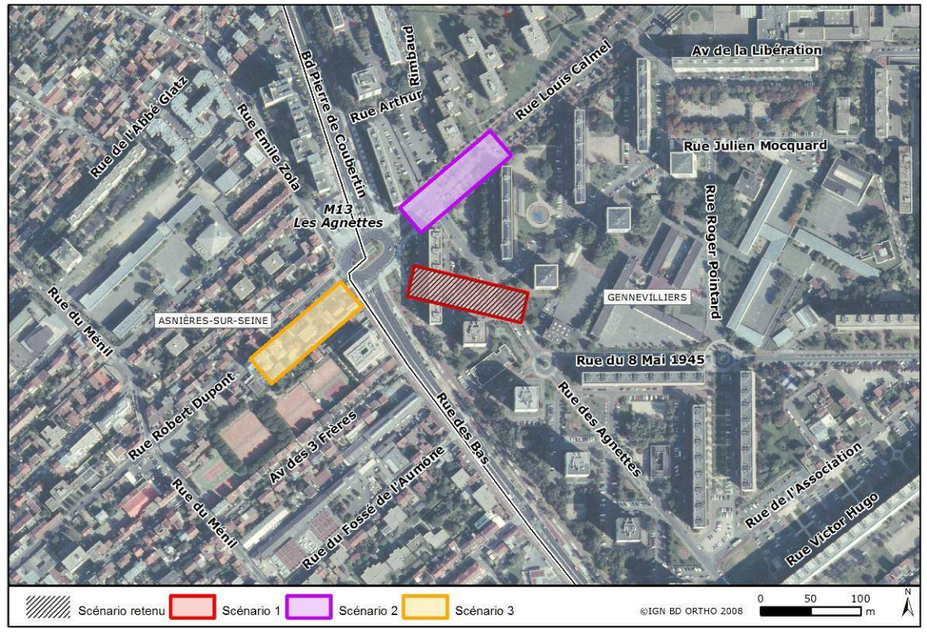
- **scénario 1** (en **rouge** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte se fait sous l'immeuble 11-21 rue des Agnettes ; cet édifice sera démoli, permettant la création d'un nouvel îlot urbain entre la rue des Bas et la rue des Agnettes, sur la commune de Gennevilliers ;
- **scénario 2** (en **violet** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte se fait sous la rue Louis Calmel au nord-est du rond-point, sur la commune de Gennevilliers ;
- **scénario 3** (en **jaune** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte se fait principalement en souterrain le long de la rue Robert Dupont, sur la commune d'Asnières-sur-Seine.

Analyse multicritère des scénarios de la gare des Agnettes

Critère	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
1. Critères de fonctionnalités			
1.1 Tracé et exploitation du réseau	++	+	+
1.2 Efficacité de la gare	++	+	+
1.3 Connectivité de la gare	+	++	-
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	+	-	+
2. Critères techniques et environnementaux	+	--	-
3. Critères de coûts	-	-	-
4. Critères de délais	-	-	-

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable

Vue en plan d'implantation des différents scénarios de la gare des Agnettes



Dans le **scénario 1**, la gare se pose comme un repère important et visible au sein du nouvel îlot urbain créé. La réalisation de la gare impose la démolition de la barre d'immeuble de logements se trouvant sur la parcelle. Cette démolition est en cohérence avec le PLU de Gennevilliers, qui prévoit une revalorisation du quartier et une densification le long de la rue Louis Calmel. L'espace créé renforce le statut de pôle urbain de la zone, et s'ouvre vers la future ZAC Chandon-République à l'est. Le métro du Grand Paris Express et la ligne 13 sont reliés par un passage souterrain qui permet une correspondance efficace.

Dans le **scénario 2**, la boîte vient s'implanter sous la rue Louis Calmel qui sera requalifiée, et permet donc de conserver la barre d'immeubles. Le temps de correspondance avec la ligne 13 est un peu réduit du fait de la plus grande proximité de la station. La gare vient s'implanter sous un axe routier majeur de Gennevilliers. Toutefois, la visibilité de la gare et de son émergence est fortement réduite, et celle-ci ne permet pas la création d'espace public à proprement parler. L'implantation de la boîte de la gare directement sous la voirie entraîne en outre une plus grande complexité logistique de phasage pour le maintien de la circulation et la mise en place des installations de chantier.

Dans le **scénario 3**, la boîte vient s'insérer principalement en souterrain, le long de la rue Robert Dupont. Cette variante offre une correspondance très longue avec la ligne 13 du fait de son éloignement, et implique la démolition de plusieurs bâtiments afin de libérer les emprises nécessaires à la réalisation de la gare.

Le **scénario 1** est retenu car il met en valeur la gare et l'espace autour du rond-point, offre une bonne correspondance et donne une nouvelle dimension à la place, au cœur d'un projet de renouvellement urbain porté par la commune de Gennevilliers.

La réalisation de la gare a un impact réduit sur la circulation routière, car les emprises du chantier sont situées hors de la voirie.

1.4.8 Gare des Grésillons

La gare « Les Grésillons » du Grand Paris Express vient s'insérer sur la commune de Gennevilliers le long de l'avenue des Grésillons, en limite d'Asnières-sur-Seine.

Cette localisation a été choisie en raison de l'enjeu de correspondance avec la gare du RER C « Les Grésillons » et pour desservir un quartier en cours de mutation, notamment avec les projets de ZAC Parc d'Affaires, Bords de Seine et Terrains PSA. La gare répond en cela aux objectifs d'accompagnement du processus de mutation et de développement à l'œuvre sur ce territoire qui lui sont assignés dans le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris.

Ces nouveaux quartiers, aujourd'hui uniquement desservis par le RER C, constituent de futurs pôles d'emplois, et la gare du Grand Paris Express les rend plus accessibles aux voyageurs franciliens.

Dans ce contexte, et afin de répondre au mieux aux objectifs de cette zone en devenir tout en garantissant une bonne qualité de correspondance avec le RER C, les scénarios suivants ont été étudiés :

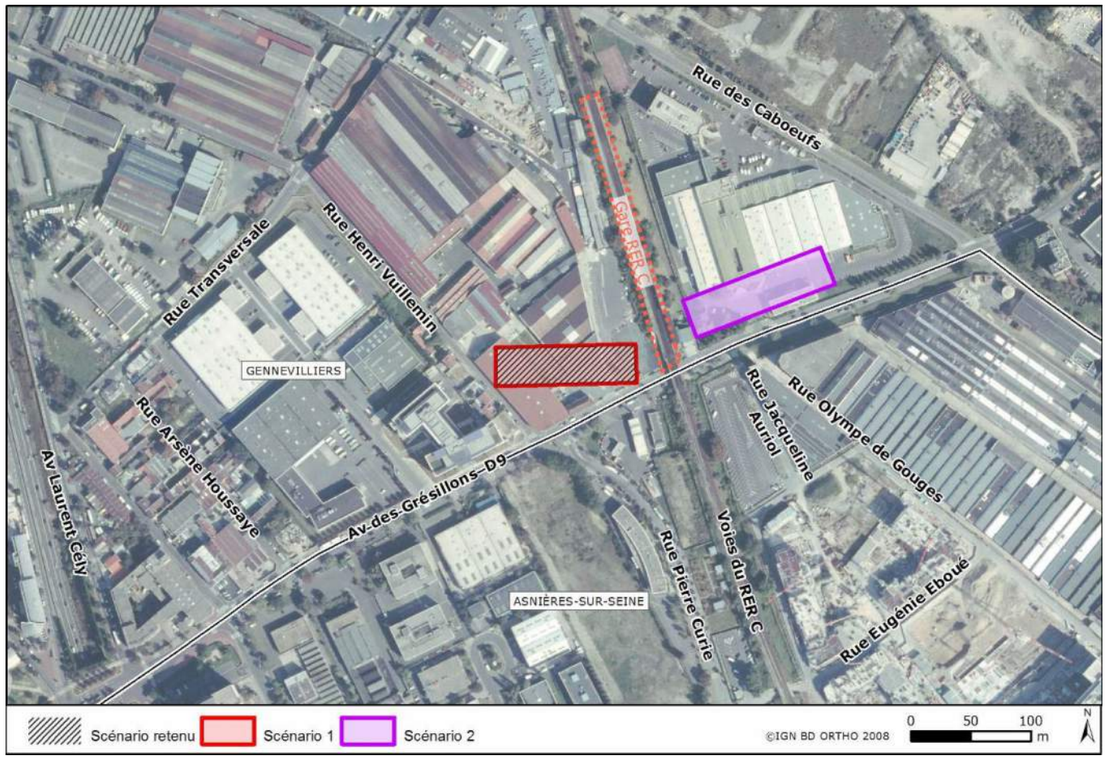
- **scénario 1** (en **rouge** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte de la gare Grand Paris Express se fait à l'ouest de la gare RER des Grésillons ;
- **scénario 2** (en **violet** sur le schéma ci-contre) : l'implantation de la boîte de la gare Grand Paris Express se fait à l'est de la gare RER des Grésillons.

Analyse multicritère des scénarios de la gare des Grésillons

Critère	Scénario 1	Scénario 2
1. Critères de fonctionnalités		
1.1 Tracé et exploitation du réseau	++	++
1.2 Efficacité de la gare	++	++
1.3 Connectivité de la gare	+	+
1.4 Insertion urbaine (création de valeur)	++	+
2. Critères techniques et environnementaux	+	-
3. Critères de coûts	+	+
4. Critères de délais	-	-

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable

Vue en plan d'implantation des différents scénarios de la gare des Grésillons



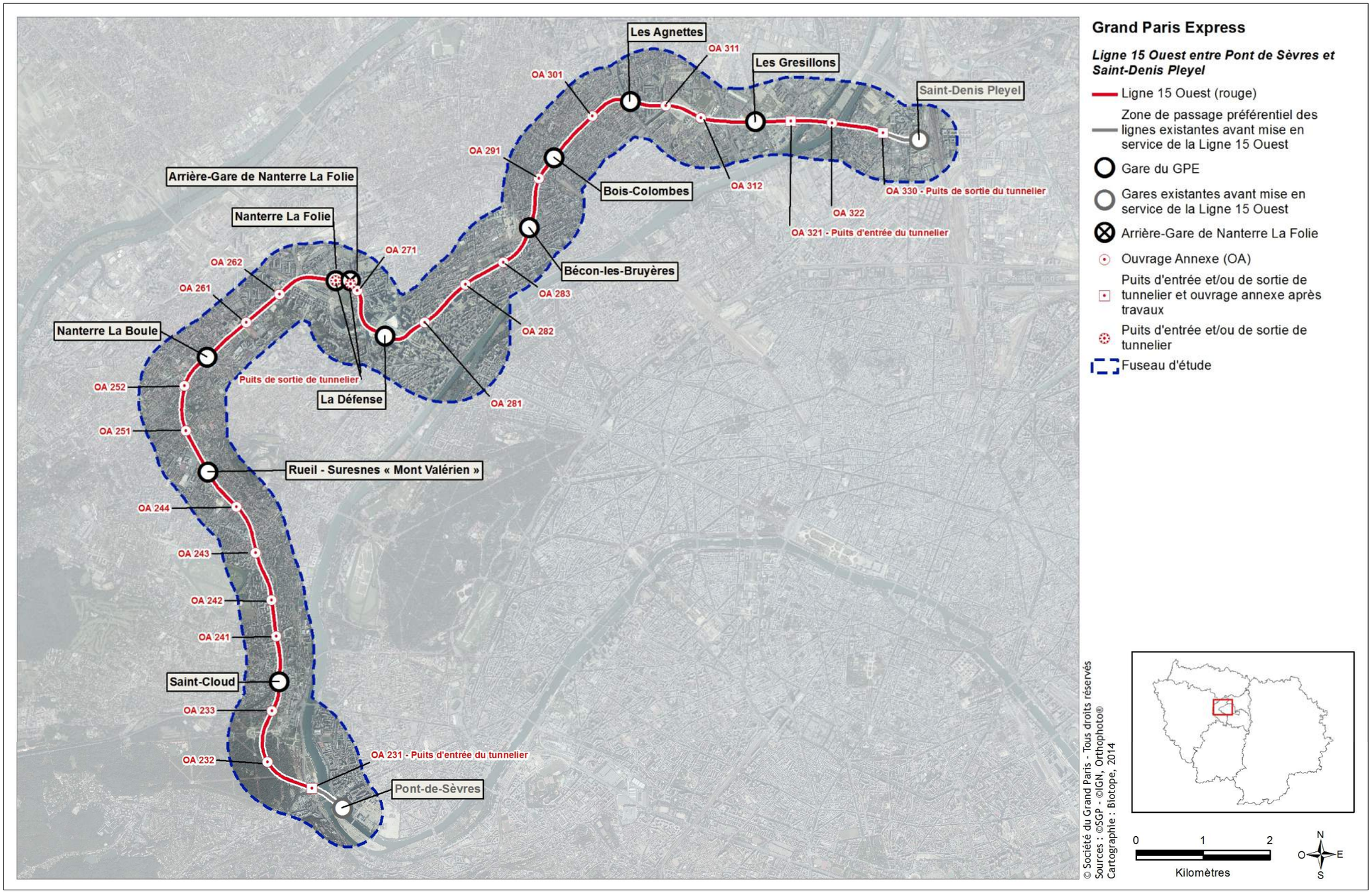
Dans le **scénario 1**, la gare crée une centralité urbaine dans le nouveau quartier et permet la création d'un espace public qui améliore la visibilité de ce nouveau pôle de transport, en l'ouvrant à l'ouest des voies ferrées. La gare offre une bonne correspondance avec les lignes de bus et le RER. La réalisation de la gare nécessite la démolition d'entrepôts et d'anciens bâtiments industriels, sur des parcelles inscrites comme mutables au PLU de la commune.

Dans le **scénario 2**, la gare vient conforter le rôle de repère de la gare actuelle de RER puisqu'elle permet une émergence commune, toutefois peu visible depuis l'ouest. La correspondance avec le RER est bonne, en revanche elle est plus difficile à mettre en œuvre avec les bus. La réalisation de la gare a, par ailleurs, un impact sur le fonctionnement du bâtiment voyageur existant. De plus, l'emprise de la gare est partiellement occupée par des locaux d'entreprise récemment construits et est difficilement compatible avec le projet de création de voirie à l'est du talus des voies ferrées, porté par la ville de Gennevilliers.

Le **scénario 1** est retenu pour ses avantages, puisqu'il permet notamment de s'affranchir des interfaces avec le fonctionnement de la gare actuelle et celui de l'entreprise implantée à côté de cette dernière. Par ailleurs, il propose une organisation urbaine davantage en phase avec le projet urbain de mutation du territoire.

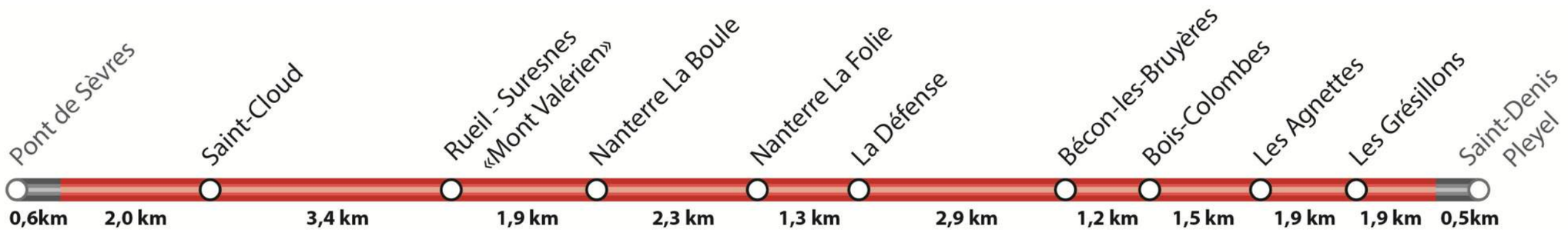
2 Description du projet

2.1 Présentation de la ligne 15 Ouest



2.2 Le tracé et les gares

Synoptique de la Ligne 15 Ouest



2.2.1 Le tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel au sein du réseau

La Ligne 15 sera réalisée par étapes, la première étant le tronçon Pont de Sèvres – Noisy-Champs, à l'horizon 2022. Ce tronçon du réseau de transport public du Grand Paris (ligne rouge) parcourt 33 kilomètres et dessert 16 gares, dont les gares de Pont de Sèvres et de Noisy-Champs situées à ses extrémités.

La ligne 15 sera prolongée et ce prolongement se composera de quatre sections distinctes :

- À l'ouest, à l'horizon 2025, un prolongement d'environ 10 kilomètres s'étendra de la gare de Pont de Sèvres à la gare de Nanterre la Folie et permettra d'ajouter quatre gares à la ligne 15. La gare de Nanterre La Folie offrira une correspondance avec le RER E et permettra aux voyageurs de rejoindre La Défense et le centre de Paris de manière efficace, venant ainsi compléter les correspondances existantes. Ce prolongement constitue la première partie de l'opération objet du présent dossier d'enquête publique.

- Au nord-ouest, à l'horizon 2027, un prolongement d'environ 10 kilomètres reliera la gare de Nanterre La Folie à celle de Saint-Denis Pleyel et ajoutera cinq gares à la ligne 15. Cette section, seconde partie de l'opération faisant l'objet du présent dossier d'enquête publique, connectera les tronçons déjà mis en service à cette date.

- Au nord-est, le réseau complémentaire structurant complètera, à l'horizon 2025, la ligne 15 avec un nouveau tronçon de 14 kilomètres et comportant neuf gares, qui sera créé entre Saint-Denis Pleyel et Rosny – Bois Perrier. Ce tronçon sera en correspondance à Saint-Denis Pleyel avec les lignes 14, 16 et 17, et à Rosny Bois-Perrier avec la ligne 11 prolongée. Entre 2025 et 2027, il sera exploité de manière indépendante de la ligne 15 en service entre Pont de Sèvres et Nanterre La Folie.

- À l'horizon 2030, la dernière partie du réseau complémentaire structurant intégré à la ligne 15 (environ 8 kilomètres et deux gares supplémentaires) sera mise en service entre Rosny – Bois Perrier et Champigny Centre, finalisant ainsi une rocade de métro automatique longue d'environ 75 km et comportant 36 gares.

Nota **:** les longueurs des tronçons mentionnés s'entendent en termes d'exploitation commerciale.

2.2.2 Tracé

Le tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel du réseau de transport public du Grand Paris (ligne rouge / ligne 15) dessert 9 gares nouvelles sur un linéaire de 20,3 kilomètres. Il traverse douze communes en souterrain, minimisant ainsi l'impact sur les territoires traversés.

La profondeur des gares sur ce tronçon est importante (entre 23 et 37 mètres de profondeur des quais), principalement à cause de la topographie et du type de secteur traversé, le milieu urbain dense de la proche couronne. Cette conception permet de limiter les impacts du tunnel sur le bâti en surface. Par ailleurs, plusieurs ouvrages et réseaux souterrains existants (tunnels du RER et du métro, réseau du SIAAP[6]…) contraignent le passage du tunnel et imposent une profondeur plus importante pour éviter les interférences.

Nota **:** sur les profils en long simplifiés qui figurent dans cette partie, les altitudes mentionnées au droit des gares correspondent à la profondeur moyenne des quais par rapport au terrain naturel.

Les caractéristiques du tracé sont décrites ci-après.

[6] *Syndicat Interdépartemental de l'Assainissement pour l'Agglomération Parisienne*

2.2.2.1 Pont de Sèvres – Ile de Monsieur

La gare de Pont de Sèvres ainsi que son arrière-gare jusqu'à l'Ile de Monsieur sont réalisées dans le cadre du tronçon Pont de Sèvres – Noisy-Champs (ligne 15 Sud).

L'objectif de mise en service de ce tronçon est fixé à l'horizon 2022, soit trois ans avant le tronçon Pont de Sèvres – Nanterre La Folie (première phase du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel). Les installations d'arrière-gare de Pont de Sèvres sont conçues pour assurer le fonctionnement de la gare Grand Paris Express de Pont de Sèvres en tant que terminus provisoire de la ligne 15 Sud, en particulier pour permettre le départ des trains en sens inverse.

Par ailleurs, l'ouvrage annexe de l'Ile de Monsieur doit servir de puits de départ de tunnelier pour la réalisation de la ligne 15 Sud.

2.2.2.2 Ile de Monsieur – Saint-Cloud

L'ouvrage annexe de l'Ile de Monsieur, également puits de tunnelier en phase chantier pour la réalisation de la ligne 15 Ouest, correspond à l'extrémité sud du projet. À partir de ce point, le tracé se prolonge dans l'axe de l'arrière gare de la ligne 15 Sud en s'approfondissant légèrement. Il franchit la RD7 à Sèvres avant d'entrer dans le sous-sol du territoire de la commune de Saint-Cloud. Le tracé passe alors sous le domaine national de Saint-Cloud et remonte en effectuant une large courbe vers le nord, qui permet d'éviter les fondations du tunnel nord de l'autoroute A13 tout en optimisant l'implantation des ouvrages annexes associés au tracé entre l'Ile de Monsieur et la gare de Saint-Cloud. Le tracé passe sous une zone pavillonnaire pour rejoindre ensuite la gare de Saint-Cloud.

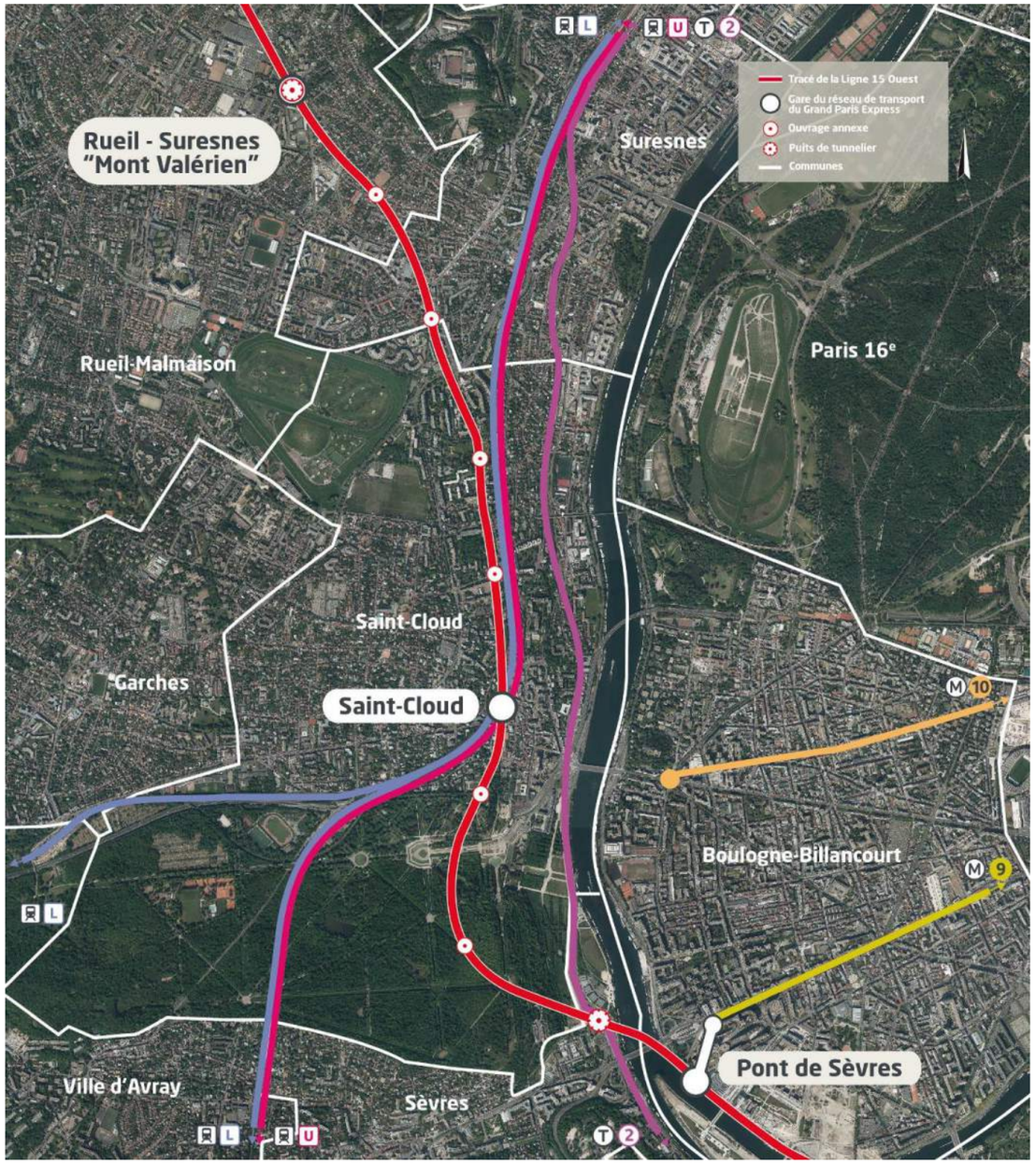
2.2.2.3 Saint-Cloud – Rueil - Suresnes « Mont Valérien »

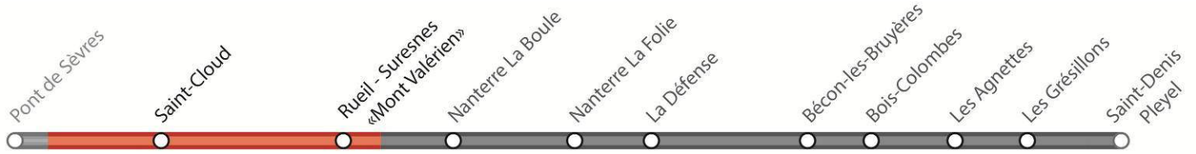
Depuis la gare Grand Paris Express de Saint-Cloud, le tracé passe sous la gare ferroviaire existante, puis s'écarte vers l'ouest afin de limiter les interfaces du projet avec le faisceau de voies des lignes Transilien L et U. Il franchit une zone pavillonnaire, puis rejoint l'axe de la rue du Mont-Valérien en s'approfondissant jusqu'à atteindre un point bas.

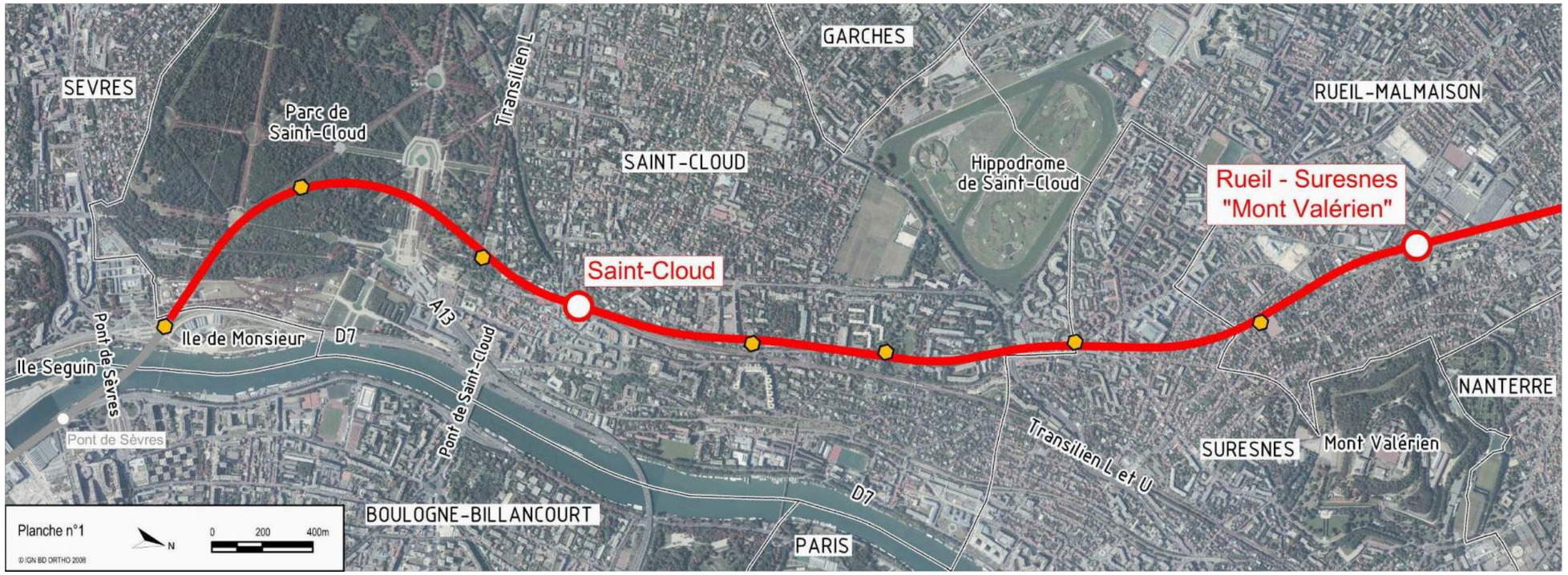
Le tracé se poursuit sous la rue du Mont-Valérien en remontant vers le nord puis traverse le territoire de la commune de Suresnes et arrive sur celui de Rueil-Malmaison, où il atteint le point culminant du tronçon à la gare Rueil - Suresnes « Mont Valérien ». Sur cette portion, le tracé effectue une série de courbes de grands rayons sous un tissu urbain majoritairement pavillonnaire.

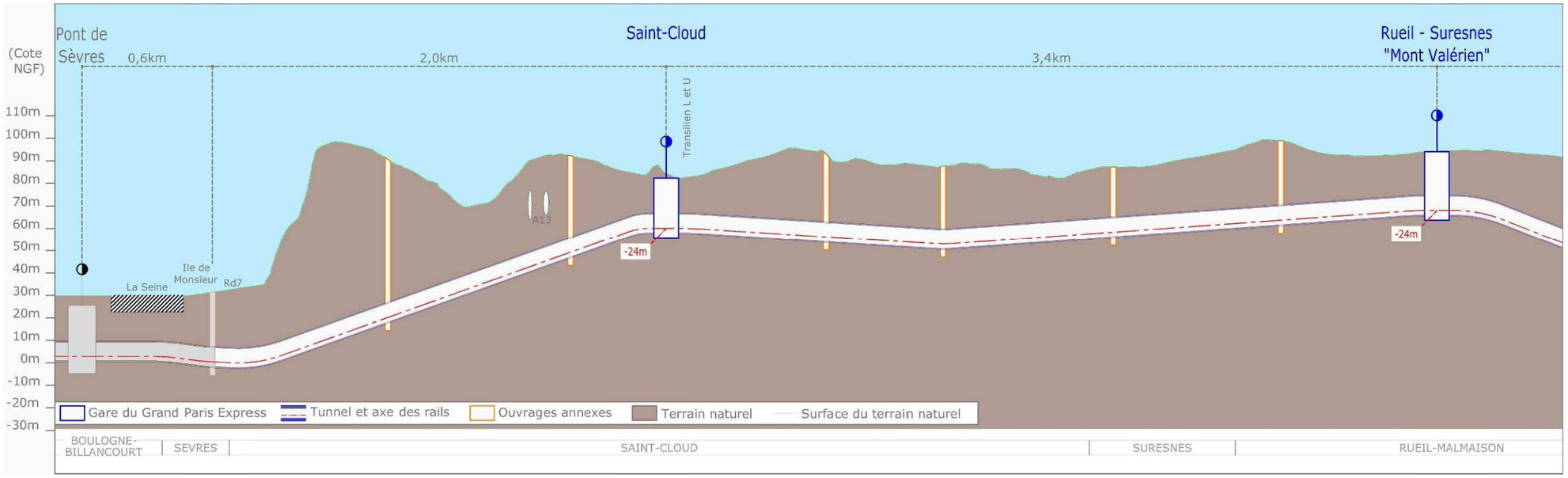
En phase de réalisation, la gare Rueil - Suresnes « Mont Valérien » pourra servir de puits de sortie pour un ou deux tunneliers, en fonction des principes d'organisation des tunneliers qui seront retenus pour les travaux.

Vue aérienne du tracé entre Pont de Sèvres et Rueil - Suresnes « Mont Valérien »




Pont de Sèvres
Saint-Cloud
Rueil - Suresnes «Mont Valérien»
Nanterre La Boule
Nanterre La Folie
La Défense
Bécon-les-Bruyères
Bois-Colombes
Les Agnettes
Les Grésillons
Saint-Denis Pleyel


SEVRES
Parc de Saint-Cloud
Transilien L
GARCHES
SAINT-CLOUD
Hippodrome de Saint-Cloud
RUEIL-MALMAISON
Rueil - Suresnes "Mont Valérien"
Saint-Cloud
Ile de Monsieur
D7
A13
Pont de Sèvres
Ile Seguin
Pont de Sèvres
Pont de Saint-Cloud
Transilien L et U
SURESNES
Mont Valérien
NANTERRE
BOULOGNE-BILLANCOURT
D7
PARIS
Planche n°1
0
200
400m
© IGN BD ORTHO 2008


(Cote NGF)
Pont de Sèvres
0,6km
2,0km
Saint-Cloud
3,4km
Rueil - Suresnes "Mont Valérien"
110m
100m
90m
80m
70m
60m
50m
40m
30m
20m
10m
0m
-10m
-20m
-30m
Transilien L et U
A13
-24m
-24m
La Seine
Ile de Monsieur
Rd7
Gare du Grand Paris Express
Tunnel et axe des rails
Ouvrages annexes
Terrain naturel
Surface du terrain naturel
BOULOGNE-BILLANCOURT
SEVRES
SAINT-CLOUD
SURESNES
RUEIL-MALMAISON

2.2.2.4 Rueil - Suresnes « Mont Valérien » – Nanterre La Boule

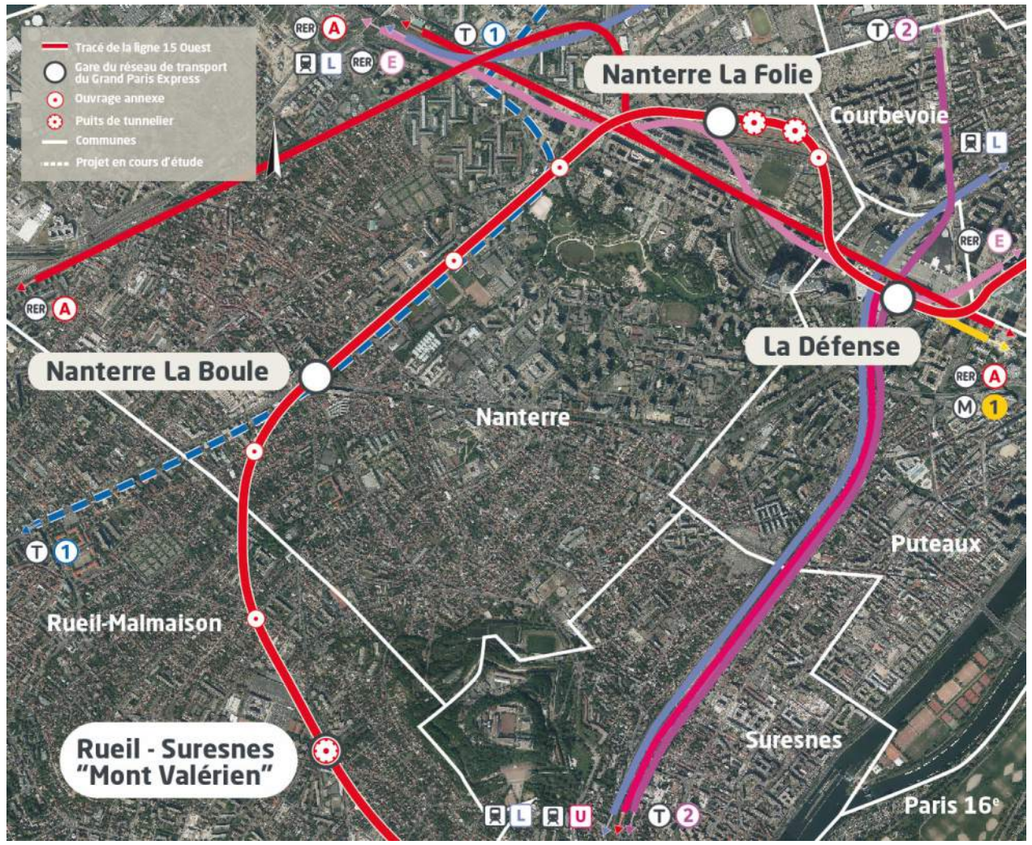
À la sortie de la gare Rueil - Suresnes « Mont-Valérien », le tracé est fortement contraint par la topographie du site puisqu'il quitte le plateau du Mont Valérien, et franchit un dénivelé de près de 60 mètres jusqu'à Nanterre La Boule. Il présente donc une pente importante, de manière à toujours maintenir une hauteur de terrain suffisante au-dessus de l'ouvrage du tunnel.

Le tracé passe sous la commune de Nanterre en effectuant une large courbe vers le nord-est qui lui permet de rejoindre l'axe de l'avenue Fréderic et Irène Joliot-Curie. Cette courbe au rayon très large est nécessaire pour ne pas pénaliser l'effort de traction du matériel roulant dans la portion de tunnel à forte déclivité.

Le tracé passe ensuite sous la place de la Boule où il croise la tranchée couverte de la RD 913 et un émissaire du SIAAP, avant de rejoindre la gare de Nanterre La Boule. L'émissaire du SIAAP, dont le dévoiement est impossible, doit être franchi par en-dessous, ce qui impose une profondeur de gare importante (niveau du rail à -30 m).

Sur l'ensemble de ce tronçon, le tissu urbain traversé est composé de pavillons et d'immeubles résidentiels de moyenne hauteur.

Vue aérienne du tracé entre Rueil - Suresnes « Mont Valérien » et La Défense



2.2.2.5 Nanterre La Boule – Nanterre La Folie

Le tracé se poursuit de manière rectiligne en s'enfonçant légèrement sous l'avenue Frédéric et Irène Joliot-Curie sur environ un kilomètre, jusqu'à atteindre un point bas.

Le tunnel suit l'avenue Joliot-Curie avant de rejoindre les actuelles voies ferrées de la gare de triage de la Folie par une grande courbe. Cette dernière est particulièrement contrainte par le franchissement d'infrastructures majeures (tunnel de l'A14, tunnels des deux branches du RER A) et par des fondations profondes d'immeubles. Ces contraintes imposent une déclivité exceptionnelle au tracé à l'approche de la gare de Nanterre La Folie. En conséquence, la vitesse du matériel roulant sera limitée à 80 km/h sur cette section.

2.2.2.6 Nanterre La Folie – La Défense

Compte-tenu du phasage du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel, dont la première portion reliant Pont de Sèvres à Nanterre La Folie a pour horizon de mise en service 2025, soit deux ans avant l'horizon prévisionnel de mise en service du tronçon complet, la gare Grand Paris Express de Nanterre La Folie est conçue pour fonctionner en terminus provisoire de la ligne 15. En conséquence, son arrière-gare doit accueillir des positions de retournement et de remisage des trains. Cette arrière-gare a également été conçue pour permettre de créer à terme une voie d'évitement destinée au stockage d'un long train de maintenance des infrastructures, de manière à réduire les temps d'acheminement du matériel pour assurer les opérations de maintenance sur la ligne 15 Ouest. Ces fonctionnalités sont accueillies dans un ouvrage spécifique.

L'emprise d'arrière-gare de Nanterre La Folie comprend également deux puits de tunnelier, utilisés respectivement dans le cadre de la réalisation de la première phase et de la deuxième phase du tronçon.

Après la gare de Nanterre La Folie, le tracé se poursuit parallèlement au faisceau ferroviaire existant, puis présente une première courbe serrée vers le sud pour éviter les installations existantes du site d'ENERTHERM, concessionnaire du Syndicat Mixte de Chauffage Urbain de La Défense (SICUDEF) pour la production et la distribution de chaleur et d'eau glacée à La Défense et à Puteaux.

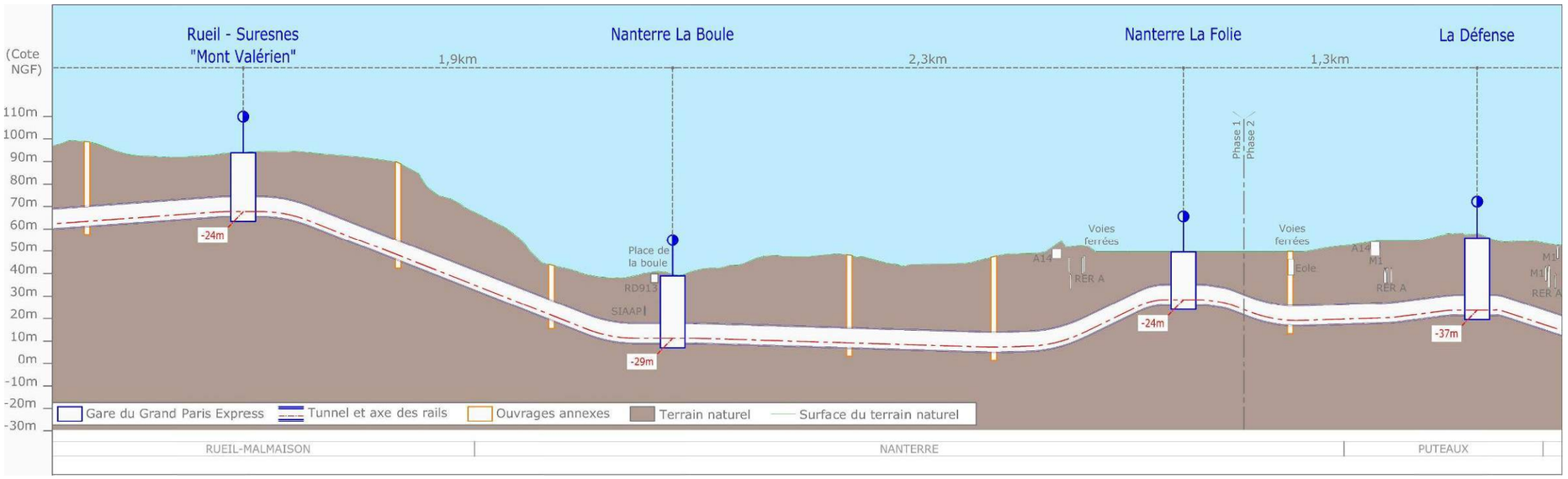
Le tracé est également contraint par le positionnement du puits de sortie du tunnelier réalisant la portion de tunnel comprise entre Gennevilliers et Nanterre La Folie. Celui-ci est situé en extrémité est de l'arrière-gare, dans une zone contrainte par les projets environnants (ENERTHERM, EPADESA, EOLE).

Le tunnel s'approfondit ensuite d'une dizaine de mètres, ce qui lui permet de passer sous la trémie de sortie du tunnel du projet du RER E à l'ouest (projet EOLE). Il passe en alignement droit sous le cimetière de Neuilly, puis se poursuit sous la commune de Puteaux et franchit à nouveau les infrastructures de l'autoroute A14 et du RER A, ainsi que celles de la ligne 1 du métro.

Le tracé effectue alors une contre-courbe vers l'est afin de venir se positionner parallèlement aux autres lignes de transport de la Défense, tout en évitant les fondations de la Grande Arche et des principaux immeubles de grande hauteur du quartier.

Le tracé rejoint la gare Grand Paris Express de La Défense, qui se situe sous le parking du centre commercial Les Quatre Temps, au sud de l'esplanade de La Défense, et réutilise d'anciennes réservations initialement prévues pour accueillir la station terminus de la ligne 1.

Pont de Sèvres
Saint-Cloud
Rueil - Suresnes «Mont Valérien»
Nanterre La Boule
Nanterre La Folie
La Défense
Bécon-les-Bruyères
Bois-Colombes
Les Agnettes
Les Grésillons
Saint-Denis Pleyel
Place de la Boule
Nanterre La Boule
Nanterre La Folie
Ouvrage d'arrière-gare
Phase 1
Phase 2
Autoroute A14
Parc A. Malraux
RUEIL-MALMAISON
NANTERRE
Rueil - Suresnes "Mont Valérien"
La Défense
PUTEAUX
Mont Valérien
SURESNES
Planche n°2
N
0
200
400m
© IGN BD ORTHO 2008


(Cote NGF)
Rueil - Suresnes "Mont Valérien"
Nanterre La Boule
Nanterre La Folie
La Défense
1,9km
2,3km
1,3km
110m
100m
90m
80m
70m
60m
50m
40m
30m
20m
10m
0m
-10m
-20m
-30m
-24m
-29m
-24m
-37m
Phase 1
Phase 2
Place de la boule
RD913
SIAAP
Voies ferrées
A14
RER A
Eole
M1
Gare du Grand Paris Express
Tunnel et axe des rails
Ouvrages annexes
Terrain naturel
Surface du terrain naturel
RUEIL-MALMAISON
NANTERRE
PUTEAUX

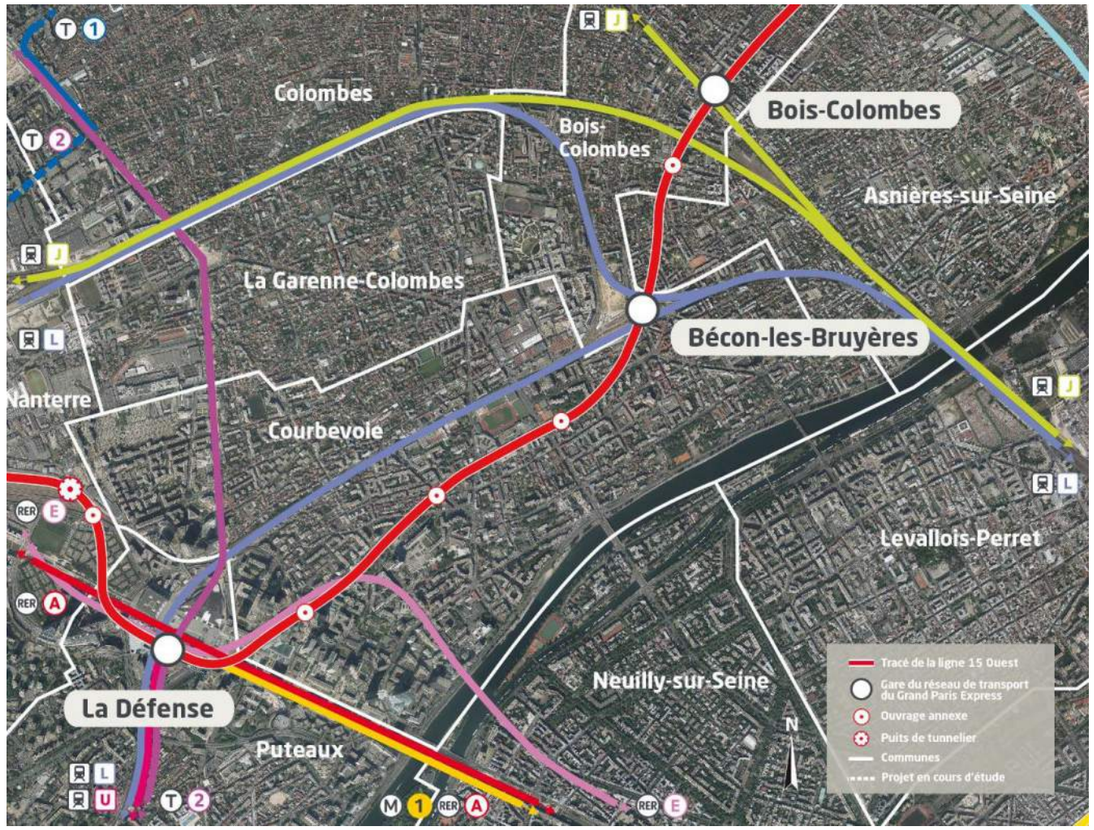
2.2.2.7 La Défense – Bécon-les-Bruyères

Après la gare de La Défense, le tunnel s'oriente vers le nord en s'approfondissant afin de passer sous les fondations des immeubles de grande hauteur de La Défense, existants et en projet, ainsi que sous les tunnels du RER A et de la ligne 1 du métro. Ces infrastructures contraignant particulièrement la géométrie du tunnel sur cette section, la vitesse du matériel roulant y sera limitée à 70 km/h. Après cette courbe, le tunnel s'inscrit sur le territoire de la commune de Courbevoie, sous l'avenue Gambetta, où il est parallèle au tunnel du prolongement du RER E à l'ouest (projet EOLE), avant de se rapprocher de la surface pour passer au-dessus de ce dernier. L'ouvrage annexe situé à ce niveau est commun à la ligne 15 et au projet de prolongement du RER E ; il sera réalisé dans le cadre de ce dernier, compte tenu de son horizon de mise en service (2020). Cette mutualisation des infrastructures permet d'optimiser les coûts de réalisation du projet et de minimiser l'impact sur les espaces publics concernés.

Après avoir atteint un point haut, le tunnel s'enfonce de nouveau pour passer sous la place Charras puis sous un ensemble d'immeubles, avant de rejoindre le boulevard de la Paix.

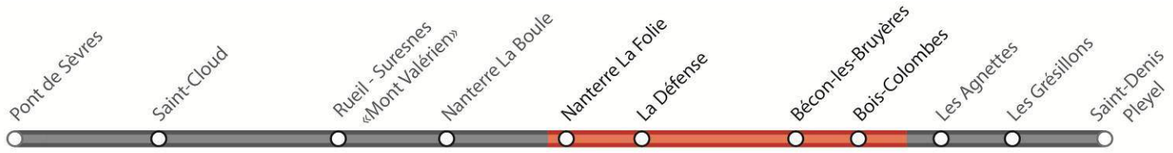
Le tracé quitte cet axe et s'incurve vers le nord sur les 500 derniers mètres, toujours en s'approfondissant pour passer sous le réseau du SIAAP. Il franchit la RD12 et les voies du Transilien L avant de rejoindre la gare de Bécon-les-Bruyères.

Vue aérienne du tracé entre La Défense et Bois-Colombes

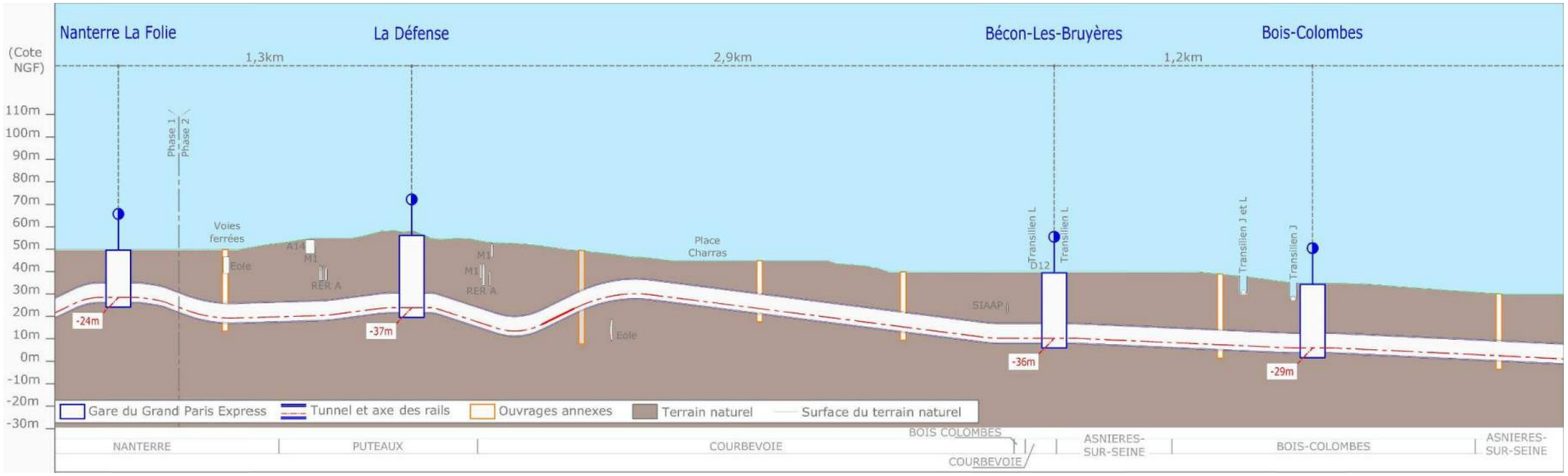


2.2.2.8 Bécon-les-Bruyères – Bois-Colombes

En sortant de la gare de Bécon-les-Bruyères, le tracé se prolonge vers le nord et franchit le territoire de la commune d'Asnières-sur-Seine avant de passer sur celui de la commune de Bois-Colombes. Sur ce linéaire, il passe sous une zone de bâti de faible à moyenne hauteur avec une déclivité constante, puis franchit les voies ferrées du Transilien J avant d'atteindre la gare de Bois-Colombes, située sous la place de la Résistance.


Pont de Sèvres
Saint-Cloud
Rueil - Suresnes «Mont Valérien»
Nanterre La Boule
Nanterre La Folie
La Défense
Bécon-les-Bruyères
Bois-Colombes
Les Agnettes
Les Grésillons
Saint-Denis Pleyel

Nanterre La Folie
Ouvrage d'arrière-gare
Phase 1
Phase 2
Autoroute A14
NANTERRE
LA GARENNE-COLOMBES
Transilien L et J
COLOMBES
Transilien J
BOIS-COLOMBES
Bois-Colombes
La Défense
COURBEVOIE
Transilien L
PUTEAUX
Place Charras
boulevard de la Paix
Bécon-les-Bruyères
D12
ASNIERES-SUR-SEINE
Planche n°3
0 200 400m
© IGN BD ORTHO 2008


Nanterre La Folie
La Défense
Bécon-Les-Bruyères
Bois-Colombes
(Cote NGF)
1,3km
2,9km
1,2km
110m
100m
90m
80m
70m
60m
50m
40m
30m
20m
10m
0m
-10m
-20m
-30m
Phase 1
Phase 2
Voies ferrées
Eole
A14
M1
RER A
-24m
-37m
Place Charras
Transilien L
D12
SIAAP
-36m
Transilien J et L
Transilien J
-29m
Gare du Grand Paris Express
Tunnel et axe des rails
Ouvrages annexes
Terrain naturel
Surface du terrain naturel
NANTERRE
PUTEAUX
COURBEVOIE
BOIS COLOMBES
ASNIERES-SUR-SEINE
BOIS-COLOMBES

2.2.2.9 Bois-Colombes – Les Agnettes

Après la gare de Bois-Colombes, le tracé se poursuit de manière rectiligne sous une zone de bâti de faible à moyenne hauteur, avec une déclivité constante. Il passe sous la commune d'Asnières-sur-Seine, puis s'incurve vers l'est pour rejoindre la gare des Agnettes, située sur la commune de Gennevilliers, après être passé sous le tunnel de la ligne 13 du métro. Les parois moulées de ce dernier conditionnent la profondeur de passage du tunnel du Grand Paris Express, et donc la profondeur de la gare. En effet, afin d'éviter les impacts sur l'infrastructure existante de la ligne 13, le tunnel du Grand Paris Express doit se situer à une profondeur importante.

Vue aérienne du tracé entre Bois-Colombes et Les Grésillons

2.2.2.10 Les Agnettes – Les Grésillons

Le tracé continue vers l'est en remontant selon une pente constante. Il décrit des courbes de grands rayons en passant sous un quartier d'habitation, puis sous la voirie, avant de franchir la RD 109. Le tracé s'inscrit ensuite sous la ZAC Chandon-République et se prolonge sous des immeubles récents, avant de passer sous la tranchée de la RN315. Le tracé se poursuit dans une zone mixte faite de bâti industriel et de pavillons anciens, avant de rejoindre la gare des Grésillons.

2.2.2.11 Les Grésillons – Ouvrage annexe commun aux lignes 15 et 16/17

Depuis la gare des Grésillons, le tracé est quasiment rectiligne et franchit les voies du RER C, les terrains de la ZAC PSA et le site des Cabœufs, qui accueille le puits d'entrée de tunnelier permettant l'évacuation des déblais par la Seine. Le tracé s'approfondit progressivement depuis la gare afin de traverser un premier bras de la Seine et passer sous l'île Saint-Denis, où il atteint un point bas. Il remonte ensuite en franchissant le deuxième bras de la Seine et passe sur le territoire de la commune de Saint-Ouen sous une zone industrielle. Il atteint le boulevard Finot et l'ouvrage annexe commun aux lignes 15 et 16/17, qui est également un puits de sortie de tunneliers. Les infrastructures de cet ouvrage annexe, dit « OA 330 », sont réalisées dans le cadre des travaux des lignes 16 / 17 Sud / 14 Nord du Grand Paris Express.

Vue aérienne du tracé entre Les Agnettes et Saint-Denis Pleyel

2.2.2.12 Ouvrage annexe commun aux lignes 15 et 16/17 – Saint-Denis Pleyel

Sur cette section, le tunnel est réalisé dans le cadre du tronçon Saint-Denis Pleyel – Champigny Centre de la ligne 15 (ligne 15 Est).

Un raccordement en tunnel est envisagé dans le secteur de la gare Saint-Denis Pleyel, entre l'arrière-gare des lignes 16/17 et le tunnel principal de la ligne 15. Cet ouvrage permettrait, à terme, à des trains de travaux venant du site de maintenance des infrastructures d'Aulnay-sous-Bois d'accéder aux voies de la ligne 15 pour faciliter les opérations de maintenance des infrastructures de la partie Ouest de la ligne 15. Les études d'avant-projet à venir détermineront l'insertion précise de cet ouvrage ainsi que l'implantation exacte du raccordement sur le tunnel principal de la ligne 15.

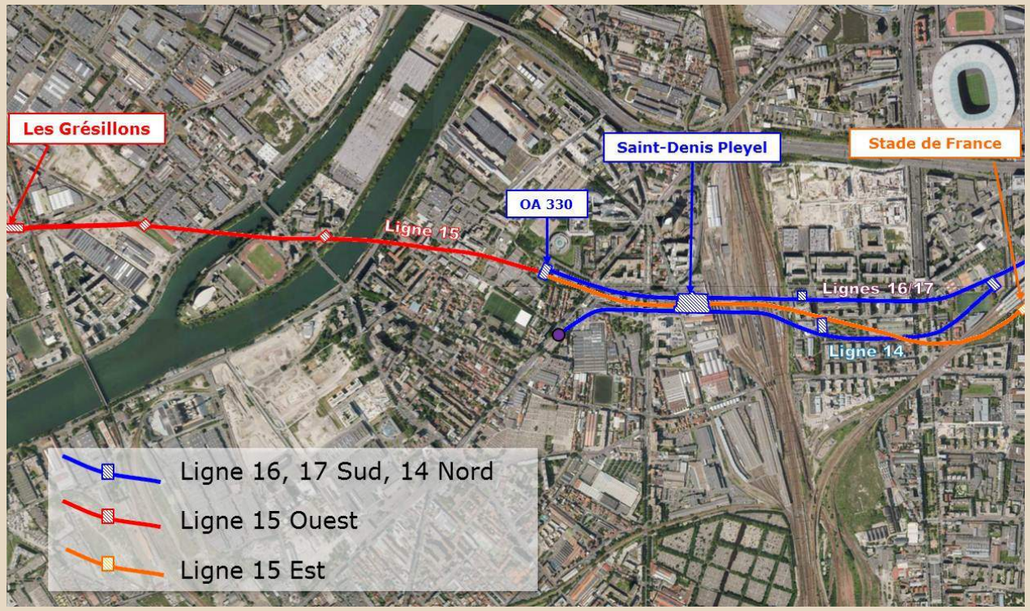
Limite des périmètres des lignes 15 Ouest et 15 Est :

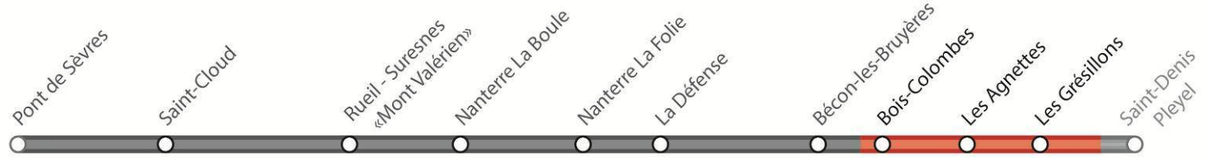
La gare de Saint-Denis Pleyel, commune aux lignes 14, 15, 16 et 17, sera réalisée dans le cadre du projet des lignes 14 Nord - 16 - 17 Sud avec pour objectif sa mise en service à l'horizon 2023. La gare comprendra des réservations pour les espaces dédiés à la ligne 15.

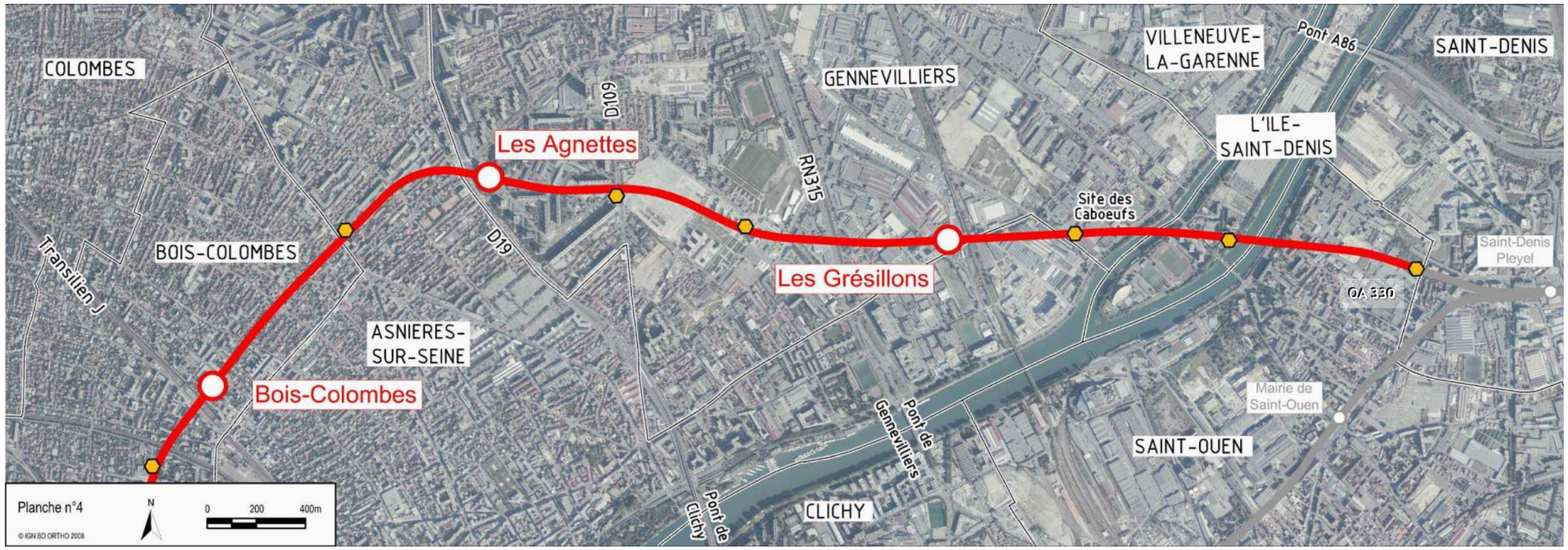
Le tunnel des lignes 16 et 17 traversera la gare de Saint-Denis Pleyel d'est en ouest pour atteindre l'ouvrage annexe situé boulevard Finot sur la commune de Saint-Ouen, également puits de sortie de tunnelier, dit « OA 330 ». Cette portion de tunnel constituera l'arrière-gare des lignes 16 et 17 et permettra leur exploitation.

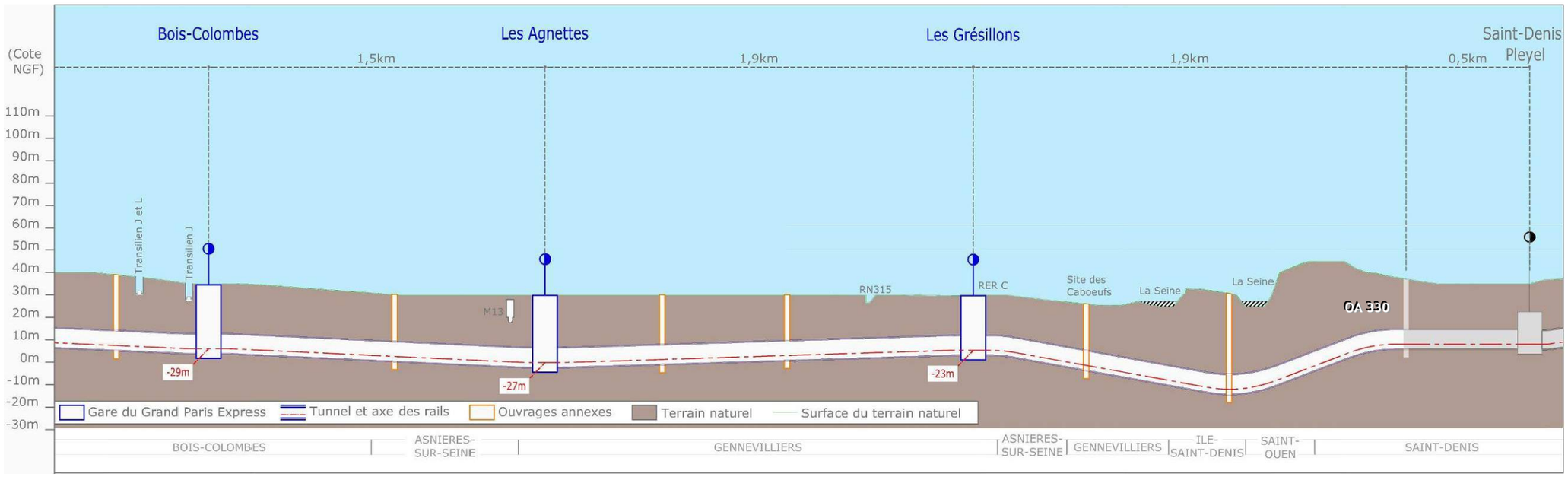
Le tronçon Saint-Denis Pleyel – Rosny-Bois Perrier de la ligne 15 Est, dont l'horizon de mise en service est 2025, traversera la gare Saint-Denis Pleyel d'est en ouest dans les emprises lui étant réservées, pour atteindre l'ouvrage annexe situé sur le territoire de la commune de Saint-Ouen. Les installations situées en arrière-gare permettront ainsi le retournement des trains en provenance de Rosny-Bois-Perrier.

La limite des périmètres des lignes 15 Ouest et 15 Est est donc matérialisée à l'Ouest par l'ouvrage « OA 330 », réalisé dans le cadre des travaux des lignes 16 / 17 Sud / 14 Nord.




Pont de Sèvres
Saint-Cloud
Rueil - Suresnes «Mont Valérien»
Nanterre La Boule
Nanterre La Folie
La Défense
Bécon-les-Bruyères
Bois-Colombes
Les Agnettes
Les Grésillons
Saint-Denis Pleyel


COLOMBES
BOIS-COLOMBES
ASNIERES-SUR-SEINE
GENNEVILLIERS
VILLENEUVE-LA-GARENNE
L'ILE-SAINT-DENIS
SAINT-DENIS
SAINT-OUEN
CLICHY
Transilien J
D109
D19
RN315
Pont A86
Pont de Clichy
Pont de Gennevilliers
Les Agnettes
Les Grésillons
Bois-Colombes
Site des Caboeufs
Saint-Denis Pleyel
OA 330
Mairie de Saint-Ouen
Planche n°4
N
0
200
400m
© IGN BD ORTHO 2008


Bois-Colombes
Les Agnettes
Les Grésillons
Saint-Denis Pleyel
(Cote NGF)
1,5km
1,9km
1,9km
0,5km
110m
100m
90m
80m
70m
60m
50m
40m
30m
20m
10m
0m
-10m
-20m
-30m
Transilien J et L
Transilien J
M13
RN315
RER C
Site des Caboeufs
La Seine
La Seine
OA 330
-29m
-27m
-23m
Gare du Grand Paris Express
Tunnel et axe des rails
Ouvrages annexes
Terrain naturel
Surface du terrain naturel
BOIS-COLOMBES
ASNIERES-SUR-SEINE
GENNEVILLIERS
ASNIERES-SUR-SEINE
GENNEVILLIERS
ILE-SAINT-DENIS
SAINT-OUEN
SAINT-DENIS

2.2.3 Caractéristiques générales des gares

Les gares du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel sont toutes constituées d'ouvrages souterrains, avec des quais situés à des profondeurs variant de 23 mètres à 37 mètres environ sous le niveau du terrain naturel. Les quais permettent d'accueillir des trains d'une longueur de 108 mètres.

Chacune des gares a été positionnée de façon à établir la meilleure correspondance possible avec les réseaux de transport en commun existants, tout en permettant une desserte optimale des quartiers dans lesquels elle s'insère. En outre, les enjeux environnementaux ont été pris en considération afin d'ajuster le positionnement des gares et d'en limiter les éventuels impacts.

Les gares du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel sont dotées d'émergences qui assurent l'accès des voyageurs et peuvent également accueillir des locaux d'exploitation. La forme de ces émergences, conçues en lien avec l'environnement urbain, peut varier : il s'agit le plus souvent de bâtiments (ou d'édicules) jouant un rôle de signal et portant l'identité du réseau. Les espaces publics aux abords des gares font par ailleurs l'objet d'aménagements de qualité, assurant de bonnes conditions d'intermodalité et d'irrigation de la ville.

Les gares bénéficient toutes d'un hall d'accueil, en surface ou en souterrain. Il s'agit d'un espace adapté à une mixité d'activités et capable d'évoluer avec les usages. Celui-ci organise à la fois l'accueil, l'information des voyageurs, la vente des titres de transport ainsi qu'une offre de commerces et de services adaptée à chaque territoire.

Les gares sont conçues pour faciliter les parcours de tous les voyageurs entre la ville et les trains. Les services, les quais et les trains sont en particulier entièrement accessibles aux personnes à mobilité réduite (PMR). En outre, il est prévu que les cheminements d'accès et de correspondance soient systématiquement mécanisés : la mécanisation est alors assurée par des ascenseurs et/ou par des escaliers mécaniques. De plus, les espaces sont conçus afin de faciliter leur usage par des personnes souffrant d'un handicap sensoriel ou cognitif.

Le dimensionnement des espaces (quais, salles d'accueil…) comme des équipements (escaliers mécaniques, ascenseurs…) est étudié afin de garantir un usage fluide du réseau, y compris aux périodes de pointe.

Les aménagements des gares devront créer une ambiance accueillante et apaisante. Ils seront avant tout solides, sobres, facilement nettoyables et maintenables, participant ainsi au confort d'accès des usagers. Des interventions culturelles et artistiques pourront également venir enrichir le parcours des voyageurs.

Les gares proposeront par ailleurs une offre de services et de commerces définie en fonction des besoins des voyageurs, mais aussi des habitants et des personnes qui travaillent sur les territoires desservis. Les objectifs poursuivis sont de faciliter le quotidien des voyageurs, ainsi que de renforcer la vie commerciale, en favorisant au mieux les effets de complémentarité entre l'offre proposée dans la gare et l'offre existante ou envisagée à ses abords. L'offre de services et de commerces en gare est structurée en trois composantes, qui chercheront à être partagées par l'ensemble des gares et calibrées en fonction de leur potentiel :

- Les services essentiels répondent à quatre fonctions principales, liées à la mobilité :
    - une fonction d'accueil, assurée en toutes circonstances, y compris en situation de perturbations : cette fonction garantit une présence humaine dans toutes les gares ;
    - une fonction de vente de tout titre de transport urbain ;
    - une fonction d'information sur le transport, les services de la gare et ceux de la ville ;
    - une fonction de commerce de dépannage, avec une offre repère, présente sur l'ensemble du réseau (presse, retrait-colis, etc.).
- Les services complémentaires de facilitation, liés étroitement aux flux de la gare, offrent des services et commerces pratiques, situés sur les parcours des voyageurs et leur permettant de gagner du temps dans les tâches du quotidien (par exemple : offre de restauration rapide, pharmacie, vente d'accessoires, cordonnerie, pressing, etc.).
- Les services complémentaires de destination répondent aux besoins de chaque territoire desservi en proposant des commerces et des activités adaptés aux attentes des habitants, de la ville et des entreprises. Il pourra s'agir, au sein des espaces de la gare, de commerces de grande destination ou d'activités spécifiques telles qu'offres médicales (laboratoires, cabinets, etc.), crèches, centres de télétravail, espaces de sport et de loisirs, etc.

Ces orientations renvoient aux recommandations formulées par le comité stratégique de la Société du Grand Paris[7]. Les espaces de commerces et de services respecteront par ailleurs les exigences visant à garantir la sécurité du public dans les gares ; chaque local ou activité qui s'implantera aura obtenu au préalable les autorisations réglementaires nécessaires. Des autorisations d'exploitation commerciale seront également, le cas échéant, obtenues

[7] *Le comité stratégique de la Société du Grand Paris, institué auprès de son conseil de surveillance, constitue un laboratoire d'idées et d'échanges entre les élus des collectivités d'Ile-de-France et les partenaires de la Société du Grand Paris. Il est actuellement composé de 139 membres : représentants des communes et des établissements publics de coopération intercommunale traversés par le réseau, parlementaires, représentants de la chambre de commerce et d'industrie Paris - Ile-de-France ainsi que de la chambre régionale des métiers et de l'artisanat, membres du conseil économique, social et environnemental d'Ile-de-France.*

2.2.4 Gares

La réalisation des gares Pont de Sèvres et Saint-Denis Pleyel relève respectivement des travaux du tronçon Pont de Sèvres – Noisy-Champs (ligne 15 Sud) et des tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel / Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel (lignes 16 / 17 Sud / 14 Nord) du Grand Paris Express, qui ont déjà fait l'objet d'enquêtes préalables à déclaration d'utilité publique. Ces deux gares ne sont donc pas décrites dans le présent chapitre.

2.2.4.1 Saint-Cloud

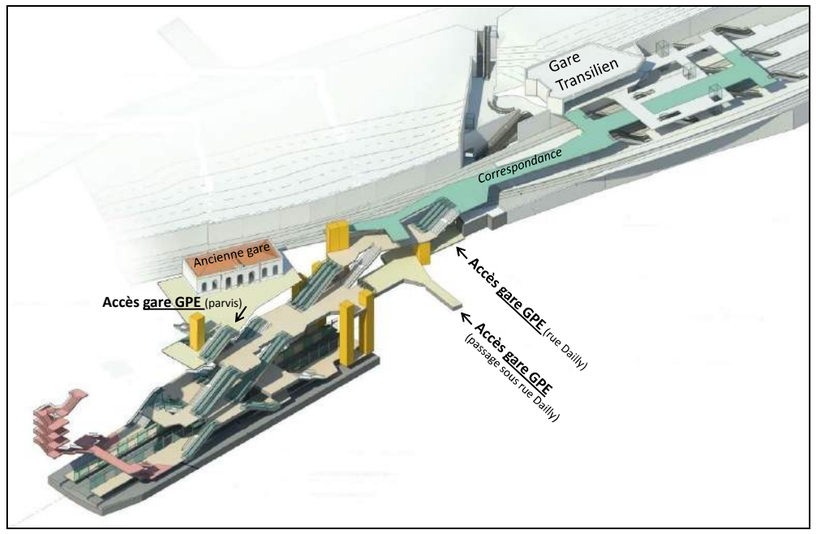
La gare Grand Paris Express « Saint-Cloud » est implantée sur la commune de Saint-Cloud, le long de la rue Dailly, sur le parvis à proximité immédiate de la gare du Transilien, en face du centre hospitalier de Saint-Cloud. Elle se situe en grande partie sous le parking public place Joffre et sous le parvis situé au pied du bâtiment de gare historique d'époque Napoléon III appartenant à la SNCF.

Cette gare permet de connecter la ligne 15 du Grand Paris Express à la ligne U du Transilien ainsi qu'à l'ensemble des missions de la ligne L du Transilien dites du « groupe II » (axe Paris Saint-Lazare – Versailles Rive Droite et antenne de Saint-Nom-la-Bretèche) ; la correspondance s'effectue par l'intermédiaire d'une passerelle qui vient se raccorder à la passerelle existante. La gare assure également un maillage efficace avec le pôle bus déjà présent devant le parvis.

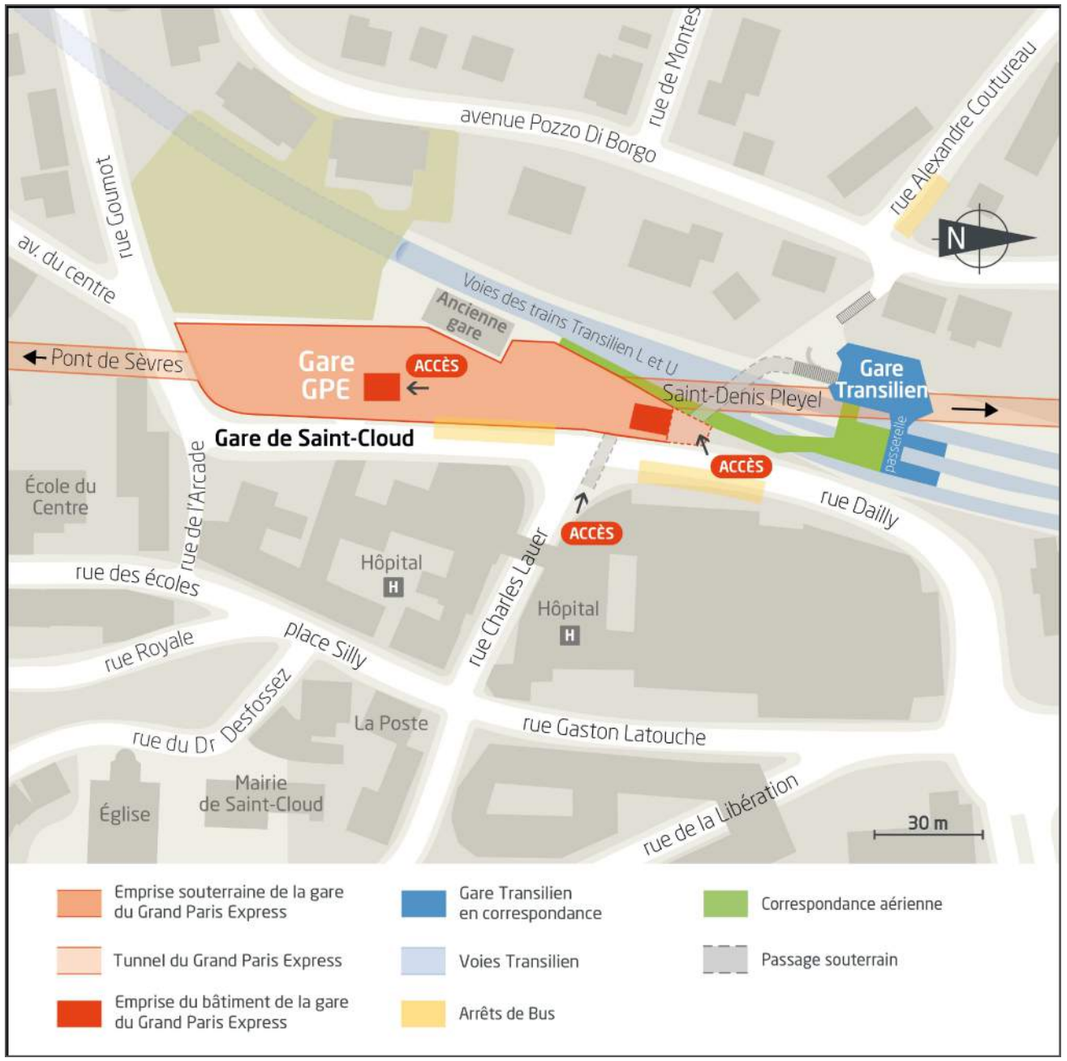
La gare Transilien actuelle et le passage sous les voies représentent un des rares points de franchissement piétonnier des voies ferrées dans une zone au relief contraint. La gare du Grand Paris Express se trouve ainsi à un emplacement stratégique au vu des liaisons Seine / plateau, tout en offrant une correspondance optimale avec les moyens de transport existants.

La gare dessert donc le principal pôle transport de Saint-Cloud, ainsi que le centre René Huguenin et le centre hospitalier des quatre villes, dont le parking actuel sera reconstitué dans l'emprise de la boîte souterraine de la gare du Grand Paris Express, suivant des modalités qui restent à définir.

Représentation 3D de la gare Grand Paris Express Saint-Cloud (donnée à titre indicatif)



Saint-Cloud – Plan de situation



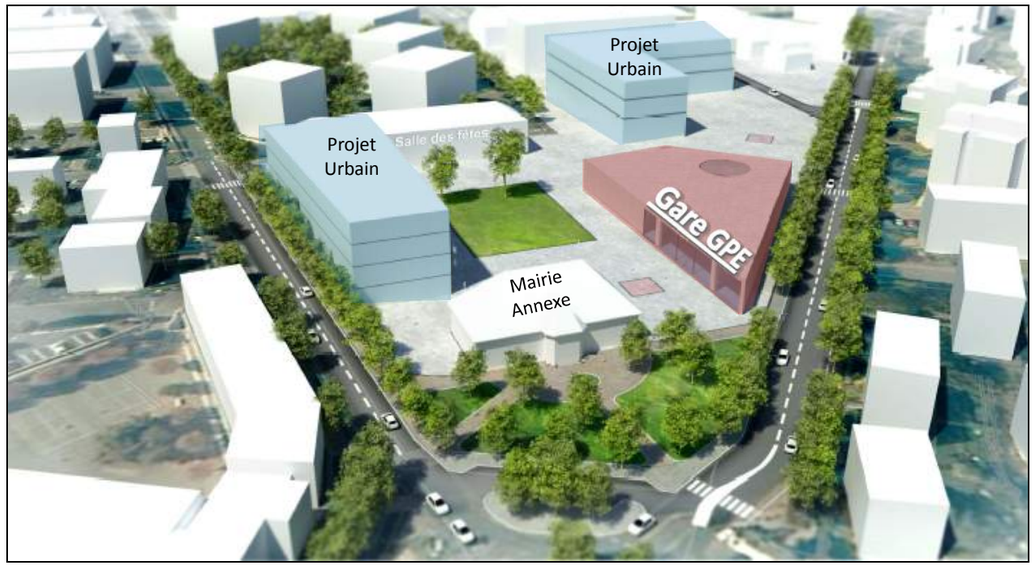
2.2.4.2 Rueil - Suresnes « Mont Valérien »

La gare Rueil - Suresnes « Mont Valérien » est localisée sur la commune de Rueil-Malmaison à proximité de la place du 8 mai 1945, à la limite de Suresnes, sur le plateau au sud du Mont Valérien. Elle se situe à côté de la mairie annexe du Mont Valérien et en partie sur l'ancienne parcelle de l'OTAN, le long de la rue Gallieni.

Cette gare du Grand Paris Express offre une correspondance avec les lignes de bus qui desservent le quartier et convergent sur la place du 8 mai 1945.

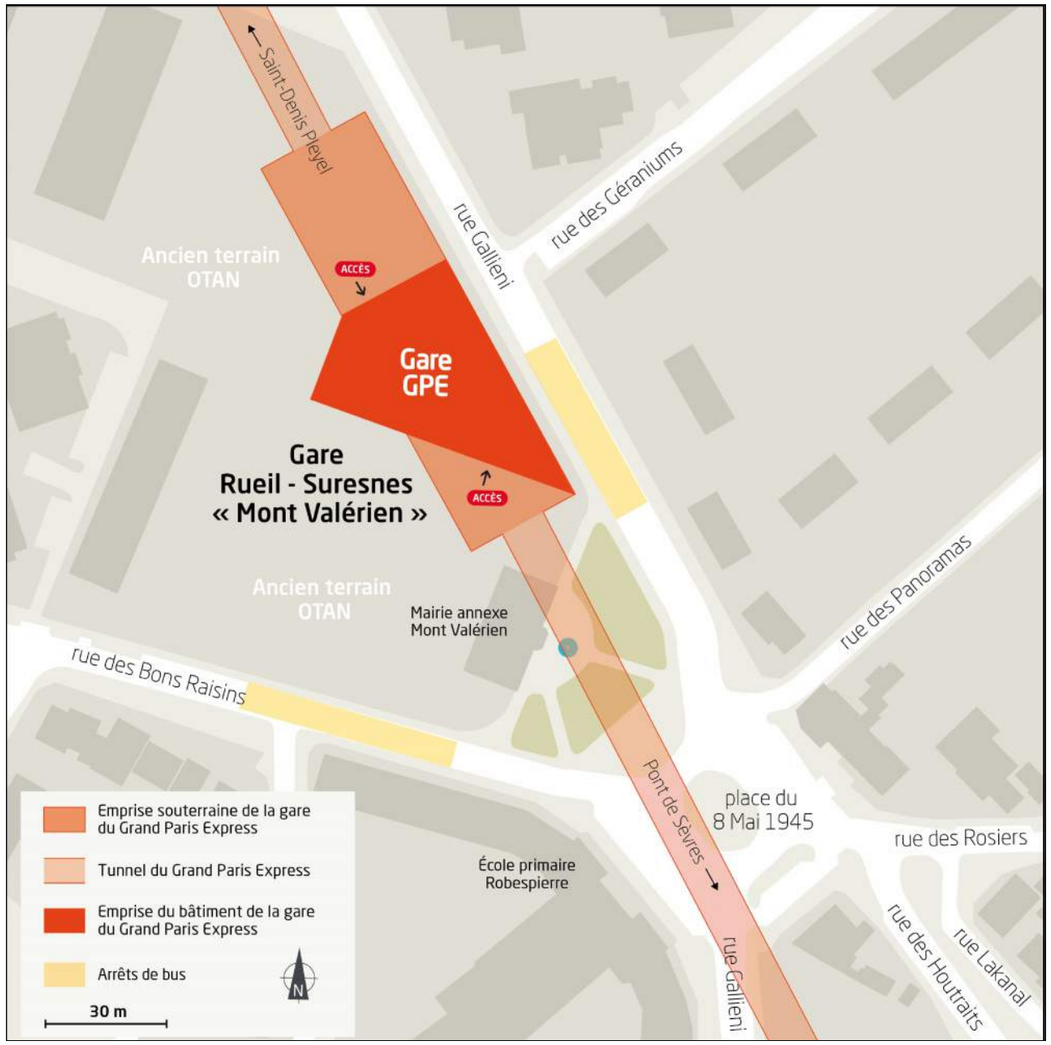
Le secteur autour de la mairie annexe du Mont Valérien, notamment les terrains de l'OTAN, est aujourd'hui en requalification. La gare s'inscrit au sein d'un projet d'éco-quartier mené par la ville de Rueil-Malmaison. Au sein de ce secteur amené à évoluer, la position de la gare du Grand Paris Express représente un enjeu fort pour accompagner la mutation urbaine, favoriser les déplacements des voyageurs ayant pour origine ou pour destination ce nouveau quartier à l'ouest de Paris, et ainsi désenclaver l'ensemble du plateau. Le réaménagement du secteur favorisera par ailleurs les circulations douces, en laissant un espace plus important aux cycles et aux piétons.

Représentation 3D de la gare Grand Paris Express Rueil - Suresnes « Mont Valérien »



Représentation donnée à titre illustratif : en particulier, la représentation du projet urbain voisin de la gare a pour objet d'illustrer une intention d'aménagement et ne constitue pas, à ce stade, une esquisse architecturale. Le projet urbain ne relève pas du périmètre de l'opération soumise à la présente enquête préalable à déclaration d'utilité publique.

Rueil - Suresnes « Mont Valérien » – Plan de situation



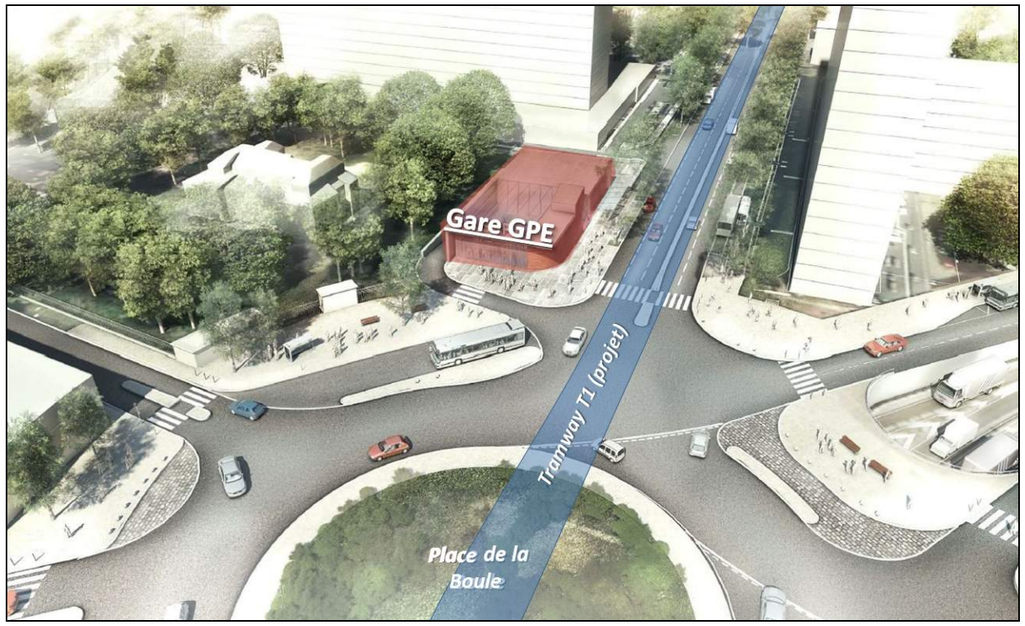
2.2.4.3 Nanterre La Boule

La gare de Nanterre La Boule est localisée sur la commune de Nanterre au nord-est de la place de la Boule, sous l'avenue Frédéric et Irène Joliot-Curie, entre le parking souterrain de l'actuel magasin Décathlon et le bâtiment France Habitation. Elle offre des correspondances avec de nombreuses lignes de bus, ainsi qu'avec le tramway T1, dont le prolongement vers Nanterre et Rueil-Malmaison est en cours d'études. Le tramway circulera sur l'avenue Frédéric et Irène Joliot-Curie et l'avenue du Maréchal Joffre. L'infrastructure de la gare souterraine sera conçue de manière à supporter la plate-forme et la station de tramway situées en surface sur l'avenue Frédéric et Irène Joliot-Curie ; une optimisation des interfaces techniques et calendaires entre les deux opérations sera recherchée, afin que la réalisation de la gare soit compatible avec le projet de tramway.

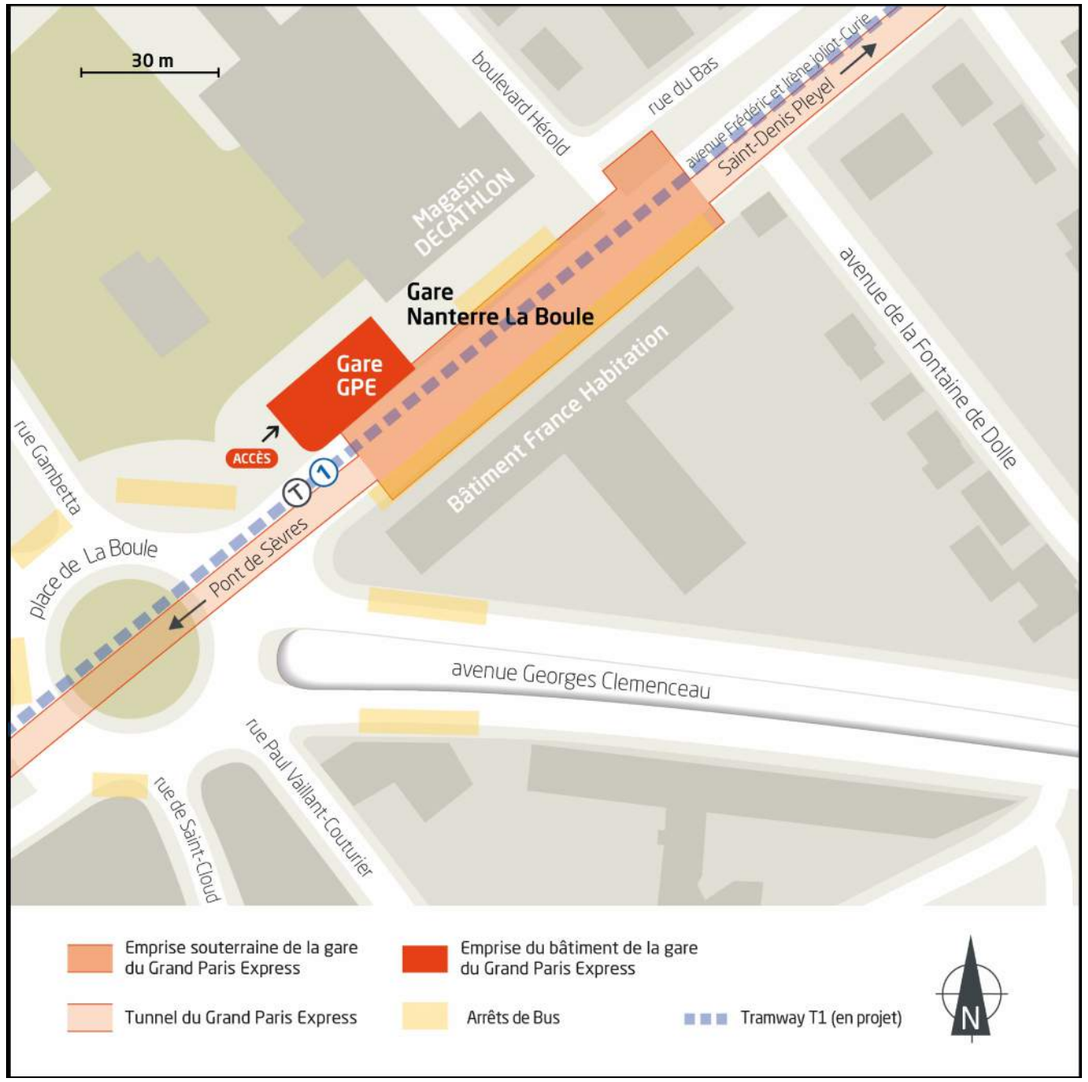
La localisation de l'émergence de la gare Grand Paris Express le long de l'avenue Frédéric et Irène Joliot-Curie offrira ainsi une intermodalité optimale et sécurisée aux voyageurs. La desserte du tramway au droit de la gare viendra conforter le nouveau pôle transport sur la place de la Boule, et permettra des correspondances simples et rapides entre les différents modes de déplacement.

La place de la Boule se situe au centre d'un quartier en mutation comptant plusieurs grandes opérations de construction : îlot des Suisses, îlot Sainte Geneviève, îlot des Vignes, secteur des Chenevreux, etc. Ces opérations en cours ou en projet participent à la requalification de la place de la Boule et à l'harmonisation de ses composantes spatiales et paysagères, en offrant une mixité urbaine forte et une plus grande place aux circulations douces. L'implantation de la gare du Grand Paris Express vient donc renforcer la position de ce pôle urbain en permettant une interface des transports en commun existants ou en projet avec un réseau ferré lourd, et en desservant le centre-ville, des équipements sportifs, des bureaux ainsi que des zones commerciales. Sa position au sud-est du centre-ville de Nanterre offre une alternative au RER A qui le dessert par le nord-est (gare Nanterre-Ville).

Représentation 3D de la gare Grand Paris Express Nanterre La Boule (donnée à titre indicatif)



Nanterre La Boule – Plan de situation



2.2.4.4 Nanterre La Folie

La gare Grand Paris Express « Nanterre La Folie » est localisée sur la commune de Nanterre, à proximité de la Garenne-Colombes et de Courbevoie. Elle est située le long du faisceau actuel des voies ferrées, au sud de la rue de la Garenne, et, à plus large échelle, dans le quartier des Groues, au nord des terrasses de l'Arche. La gare est destinée à être un pôle important au cœur du nouveau quartier des Groues.

Le projet du quartier des Groues, porté par l'EPADESA, prévoit un réaménagement complet du secteur situé au nord des voies ferrées en nouveau quartier urbain. Il permet de revaloriser un espace stratégique proche du quartier d'affaires de La Défense. Cette mutation profonde est accompagnée d'une desserte efficace du quartier en transports en commun, avec notamment la création de la gare du Grand Paris Express et celle du RER E prolongé à l'ouest (projet EOLE).

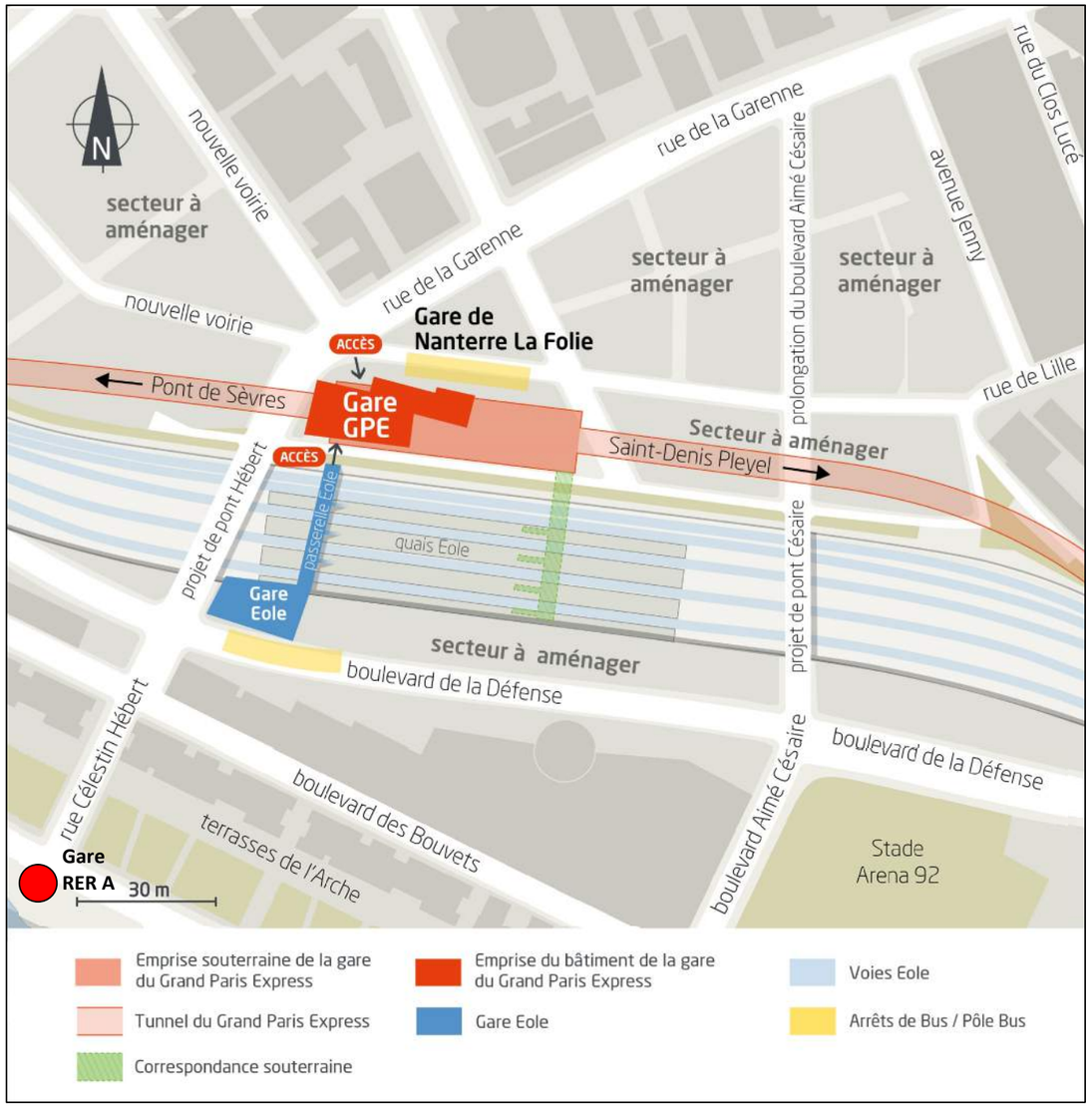
Les terrasses de l'Arche, au sud des voies ferrées existantes, intègrent de nombreuses activités économiques et commerciales, des logements, des services, des équipements publics et des espaces verts. Au sud-est, le projet de stade ARENA 92 sur le site du stade des Bouvets accueillera des événements sportifs et des manifestations culturelles.

Au sein de cette zone stratégique, dans un pôle de transport en devenir, la gare de la ligne 15 du Grand Paris Express offre des correspondances efficaces avec le RER E prolongé, la future gare routière de la place publique du quartier des Groues, ainsi que les futures lignes verte et orange du Grand Paris Express (dont les prolongements à Nanterre sont prévus au-delà de 2030). Une correspondance par la voirie avec le RER A à la gare Nanterre Préfecture est également possible.

La direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement (DRIEA) d'Ile-de-France assure une mission de coordination d'ensemble des différents acteurs et projets du secteur. À ce titre, des mesures conservatoires pourront être prises lors de la réalisation de certaines opérations, afin d'optimiser les plannings de réalisation, d'éviter d'éventuels coûts frustratoires et/ou de réduire les nuisances pouvant être associées aux chantiers.

Représentation 3D de la gare Grand Paris Express Nanterre La Folie (donnée à titre indicatif)

Nanterre La Folie – Plan de situation



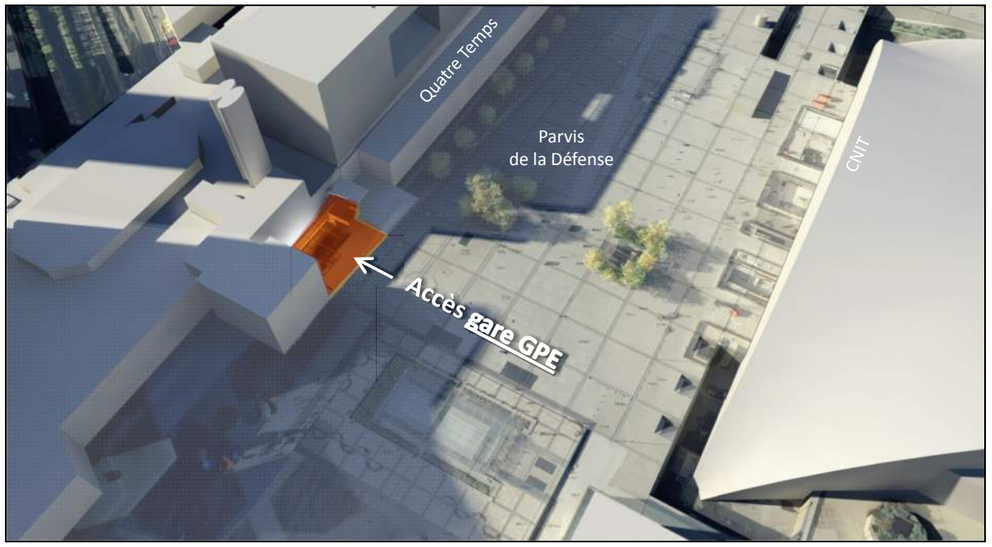
2.2.4.5 La Défense

La gare Grand Paris Express de La Défense est localisée sur le territoire de la commune de Puteaux, sous le centre commercial des Quatre Temps, en plein cœur du quartier d'affaires.

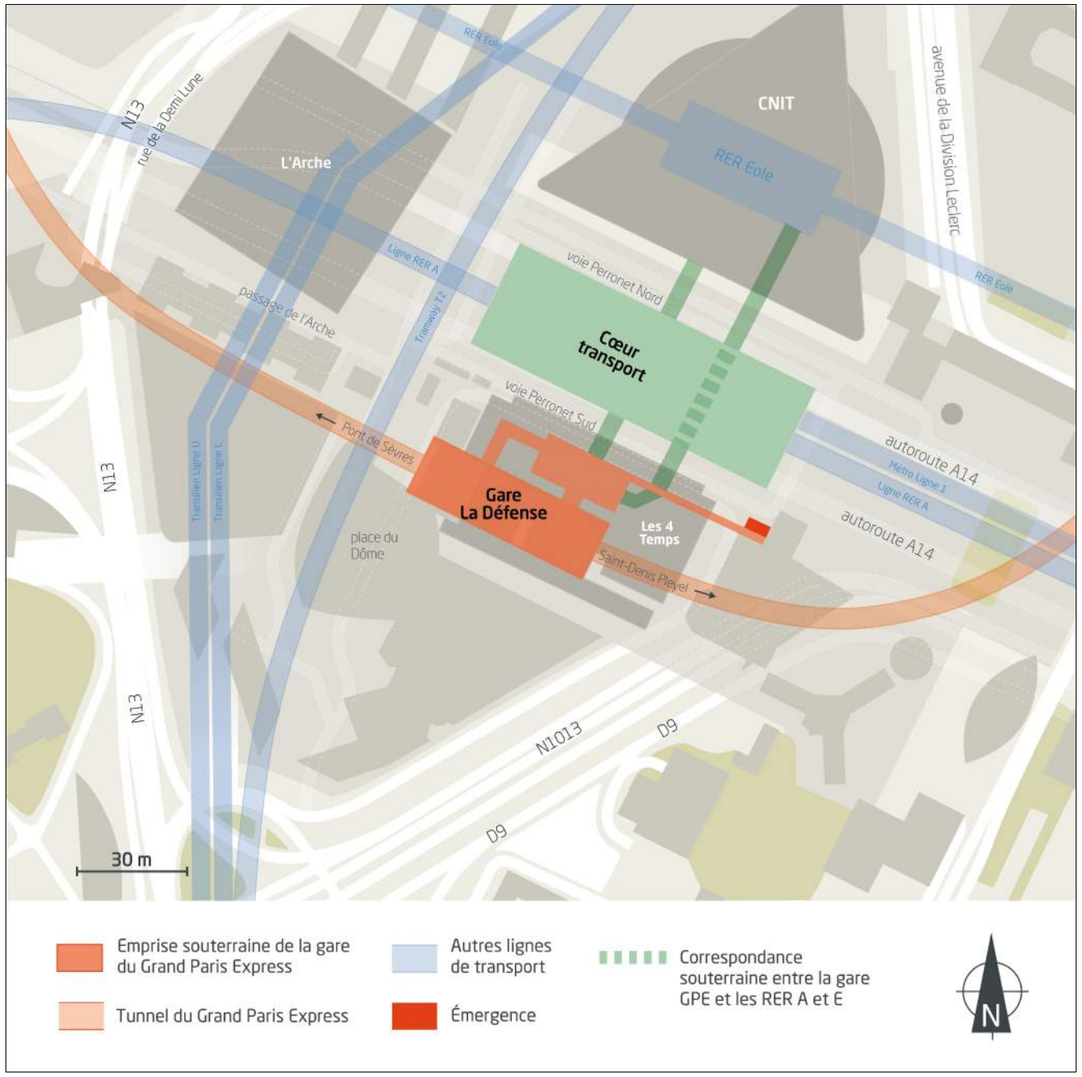
Elle permet la correspondance avec l'ensemble des transports en commun desservant le « Cœur Transport » de La Défense, soit actuellement la ligne 1 du métro, le RER A, les lignes Transilien L et U, le tramway T2, et de nombreuses lignes de bus (13 lignes de bus desservent aujourd'hui le pôle), et 3 lignes de cars Express via l'A14. De plus, une des gares du projet EOLE (prolongement du RER E à l'ouest) sera construite sous le CNIT.

Le quartier de La Défense est le premier quartier d'affaires européen et le plus grand pôle d'emploi francilien en dehors de Paris intra-muros. Ce secteur draine chaque jour des dizaines de milliers de Franciliens, ainsi que de nombreux touristes. En plus de sa vocation principale de quartier d'affaires, La Défense est aussi un pôle commercial majeur, notamment du fait de la présence du centre commercial Les Quatre Temps. De nombreux logements existent également dans le quartier. Sa desserte par le métro du Grand Paris Express est donc primordiale pour confirmer son importance sur le territoire de l'Ile-de-France.

Représentation 3D de l'accès à la gare Grand Paris Express La Défense (donnée à titre indicatif)



La Défense – Plan de situation



2.2.4.6 Bécon-les-Bruyères

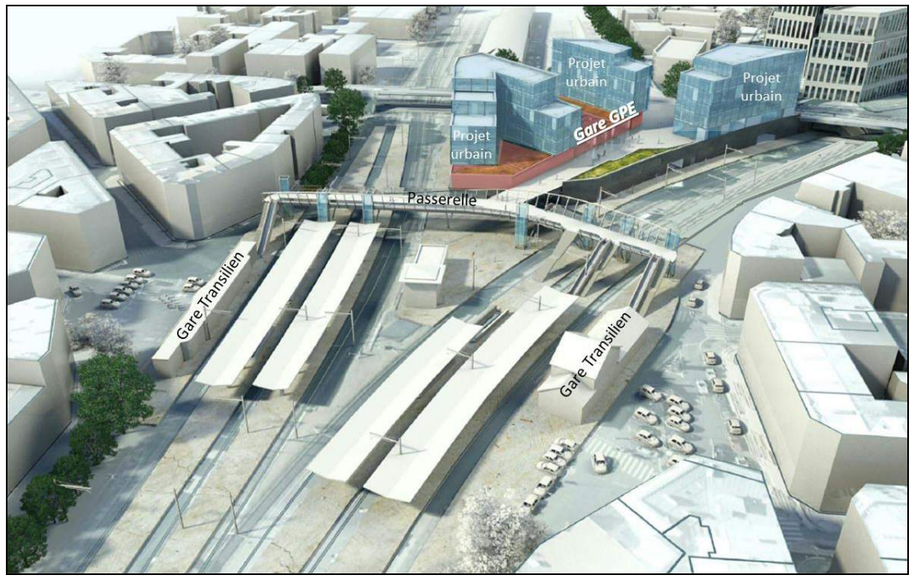
La gare Grand Paris Express « Bécon-les-Bruyères » est localisée principalement sur le territoire de la commune de Courbevoie, à la limite des communes de Bois-Colombes et d'Asnières-sur-Seine. La gare vient s'insérer dans une emprise qui appartient actuellement à la SNCF, et comprend des installations ferroviaires et des logements. Ces derniers seront démolis pour permettre la construction de la gare.

Dans cette même emprise, afin d'améliorer l'accessibilité à la gare Transilien Bécon-les-Bruyères et la fluidité des circulations, une passerelle sera construite par la SNCF au-dessus des quais du Transilien et sera mise en service préalablement aux travaux de la gare du Grand Paris Express. Cette passerelle est d'ores et déjà dimensionnée pour accueillir le futur flux des voyageurs venant du métro du Grand Paris Express.

La gare du Grand Paris Express permet la correspondance avec l'ensemble des missions de la ligne L du Transilien, à destination de Paris Saint-Lazare, du Val-d'Oise et des Yvelines, ainsi qu'avec les bus passant dans la rue de Bois-Colombes et à proximité.

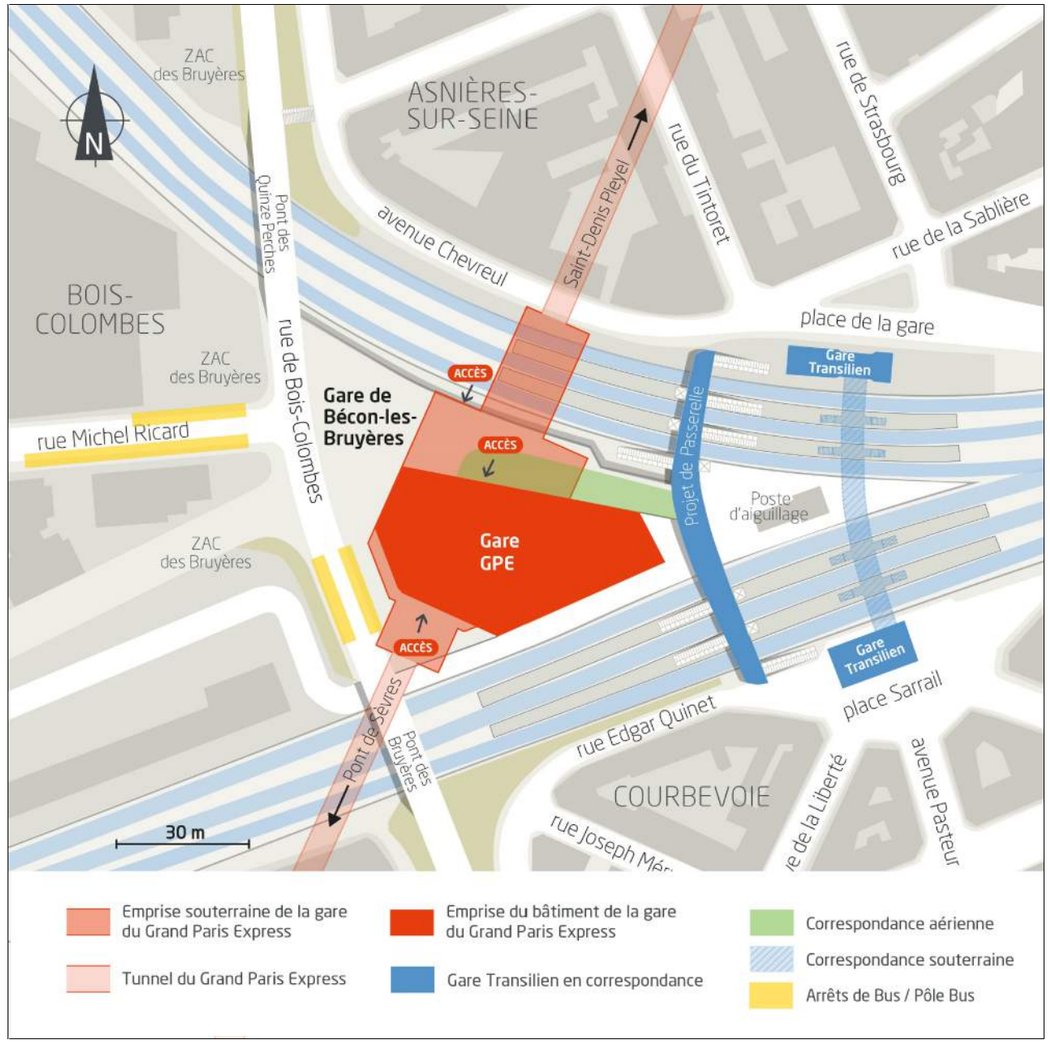
Le secteur à proximité de la gare est dense en habitats et en bureaux, avec notamment le centre-ville de Courbevoie au sud, un quartier résidentiel d'Asnières-sur-Seine comprenant plusieurs équipements au nord, et la ZAC des Bruyères à Bois-Colombes. Cette ZAC, en grande partie construite, est un pôle d'emploi qui draine de nombreux voyageurs du Transilien. Son aménagement, qui favorise les déplacements piétons et modes doux, sera largement mis en valeur par la nouvelle organisation du pôle transport, qui permettra des transitions plus efficaces et une lecture plus simple de l'espace.

Représentation 3D de la gare Grand Paris Express Bécon-les-Bruyères



Représentation donnée à titre illustratif : en particulier, la représentation du projet urbain situé en superstructure de la gare a pour objet d'illustrer la possibilité de mettre en œuvre un projet connexe en lien avec la gare et ne constitue pas, à ce stade, une esquisse architecturale. Le projet urbain ne relève pas du périmètre de l'opération soumise à la présente enquête préalable à déclaration d'utilité publique

Bécon-les-Bruyères – Plan de situation



2.2.4.7 Bois-Colombes

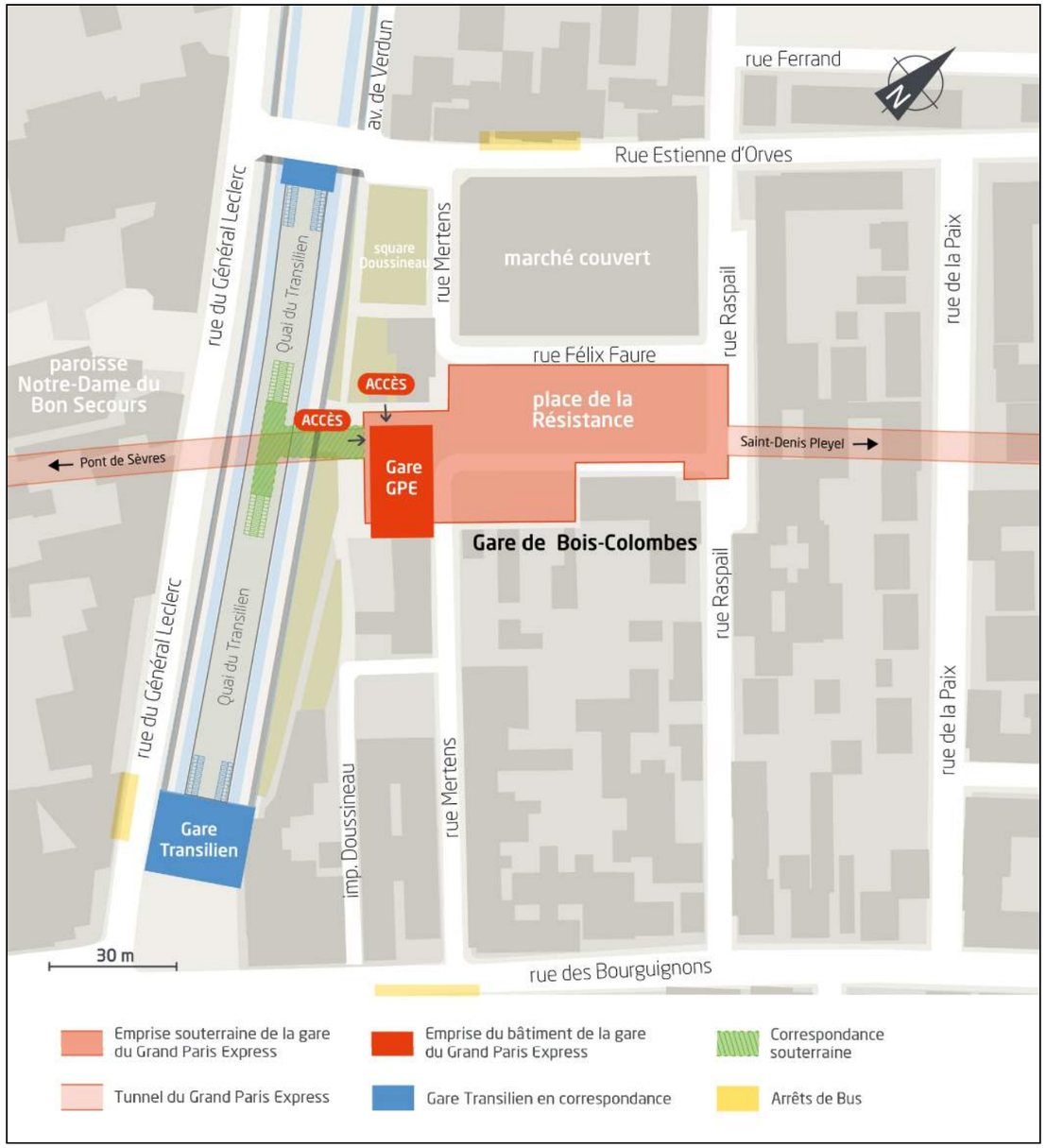
La gare Grand Paris Express de Bois-Colombes est localisée sur le territoire de la commune de Bois-Colombes sous la place de la Résistance, entre les voies du Transilien et la rue Raspail. Le centre-ville de Bois-Colombes présente un tissu urbain dense de logements et de commerces ; par conséquent, les emprises disponibles pour l'aménagement de la gare sont contraintes. Les émergences de la gare prendront la place de trois bâtiments R+3, dont l'actuelle halte-garderie, situés entre la rue Mertens et les voies ferrées, à proximité de la place de la Résistance et du parking en superstructure à l'angle sud-ouest de cette dernière.

La forme de la gare issue des études préliminaires limite les impacts sur les autres immeubles de la place : l'immeuble situé au nord de l'émergence principale et l'immeuble situé à l'angle nord-est de la place de la Résistance ne seront ainsi pas touchés par la réalisation de la gare. À l'issue des travaux, la place de la Résistance sera reconstituée. Les modalités de restitution des places de stationnement à l'intérieur de la boîte de la gare restent quant à elles à définir.

La gare de la ligne 15 permet la correspondance avec la ligne J du Transilien et permet de desservir les deux rues commerçantes (rue d'Estienne d'Orves et rue des Bourguignons) ainsi que le marché couvert. Elle permet aussi de revaloriser les abords du Transilien avec le réaménagement de la place de la Résistance et la liaison avec l'impasse Doussineau ; elle crée un lien visuel avec le quartier de l'autre côté des voies ferrées et notamment la paroisse Notre-Dame Bon Secours.

Représentation 3D de la gare Grand Paris Express Bois-Colombes (donnée à titre indicatif)

Bois-Colombes – Plan de situation



2.2.4.8 Les Agnettes

La gare Grand Paris Express « Les Agnettes » est localisée sur le territoire de Gennevilliers, à la limite avec la commune d'Asnières-sur-Seine, entre la rue des Bas, la rue Louis Calmel et la rue des Agnettes. Son émergence fait face à celle de la station de la ligne 13 du métro.

La gare de la ligne 15 permet la correspondance avec la ligne 13 du métro, par un passage souterrain, ainsi qu'avec les lignes de bus qui desservent les Agnettes.

Le secteur compte une zone de grands ensembles, inscrite comme mutable dans le plan local d'urbanisme (PLU) de la commune de Gennevilliers, et qui comprend de nombreuses barres d'immeubles. La gare vient contribuer à la mutation de ce quartier en permettant la construction d'un nouveau bâtiment intégrant l'émergence de la gare et d'une nouvelle rue perpendiculaire à la rue des Bas du fait de la démolition d'une des barres d'immeubles, en cohérence avec le PLU.

La gare du Grand Paris Express confère ainsi une identité plus forte au rond-point des Agnettes et crée une ouverture vers le centre-ville de Gennevilliers et la ZAC Chandon-République à l'est. Le réaménagement urbain accompagnant la gare permettra d'offrir davantage d'espace aux modes actifs (vélo, marche à pied…).

Représentation 3D de la gare Grand Paris Express Les Agnettes (donnée à titre indicatif)

Les Agnettes – Plan de situation

2.2.4.9 Les Grésillons

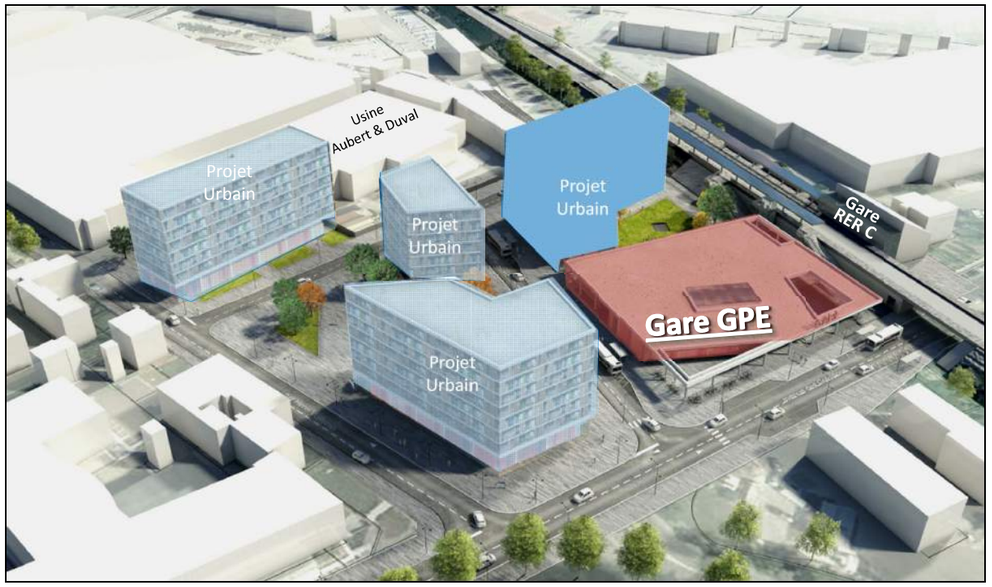
La gare Grand Paris Express « Les Grésillons » est localisée sur la commune de Gennevilliers et à la limite d'Asnières-sur-Seine, au nord de l'avenue des Grésillons et à l'ouest des voies du RER C.

Elle permet une correspondance avec le RER C et avec les arrêts de bus desservant la gare existante. La construction de la gare du Grand Paris Express permet par ailleurs d'ouvrir ce pôle de transport vers l'ouest.

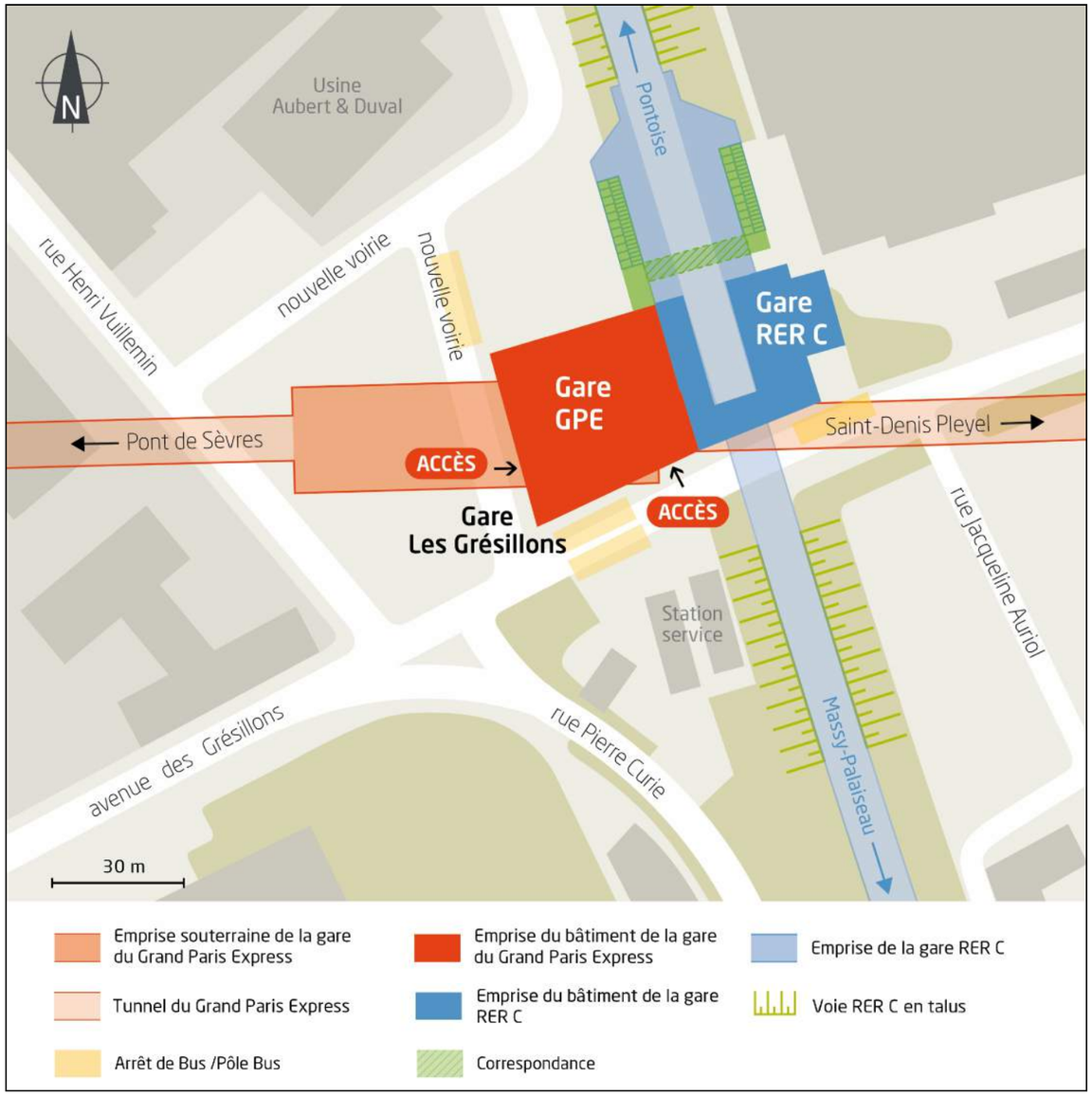
Le secteur des Grésillons est en pleine mutation, notamment avec les projets de la ZAC Parc d'Affaires, de la ZAC des Bords de Seine et de la ZAC PSA. Ces nouveaux quartiers, aujourd'hui uniquement desservis par le RER C, constituent de futurs pôles d'emplois, et la gare du Grand Paris Express les rend plus accessibles aux voyageurs franciliens. Ils comprendront de nombreux bureaux, logements, équipements publics et sportifs, ainsi que des espaces verts. La parcelle sur laquelle la gare sera construite est inscrite au plan local d'urbanisme de Gennevilliers comme parcelle dont la mutation est souhaitable.

La gare présente donc un fort potentiel d'accompagnement pour requalifier le secteur, en ouvrant le pôle gare vers l'ouest, tout en favorisant une circulation fluide des voyageurs en correspondance ainsi que des piétons ayant pour origine ou pour destination les nouveaux quartiers aménagés.

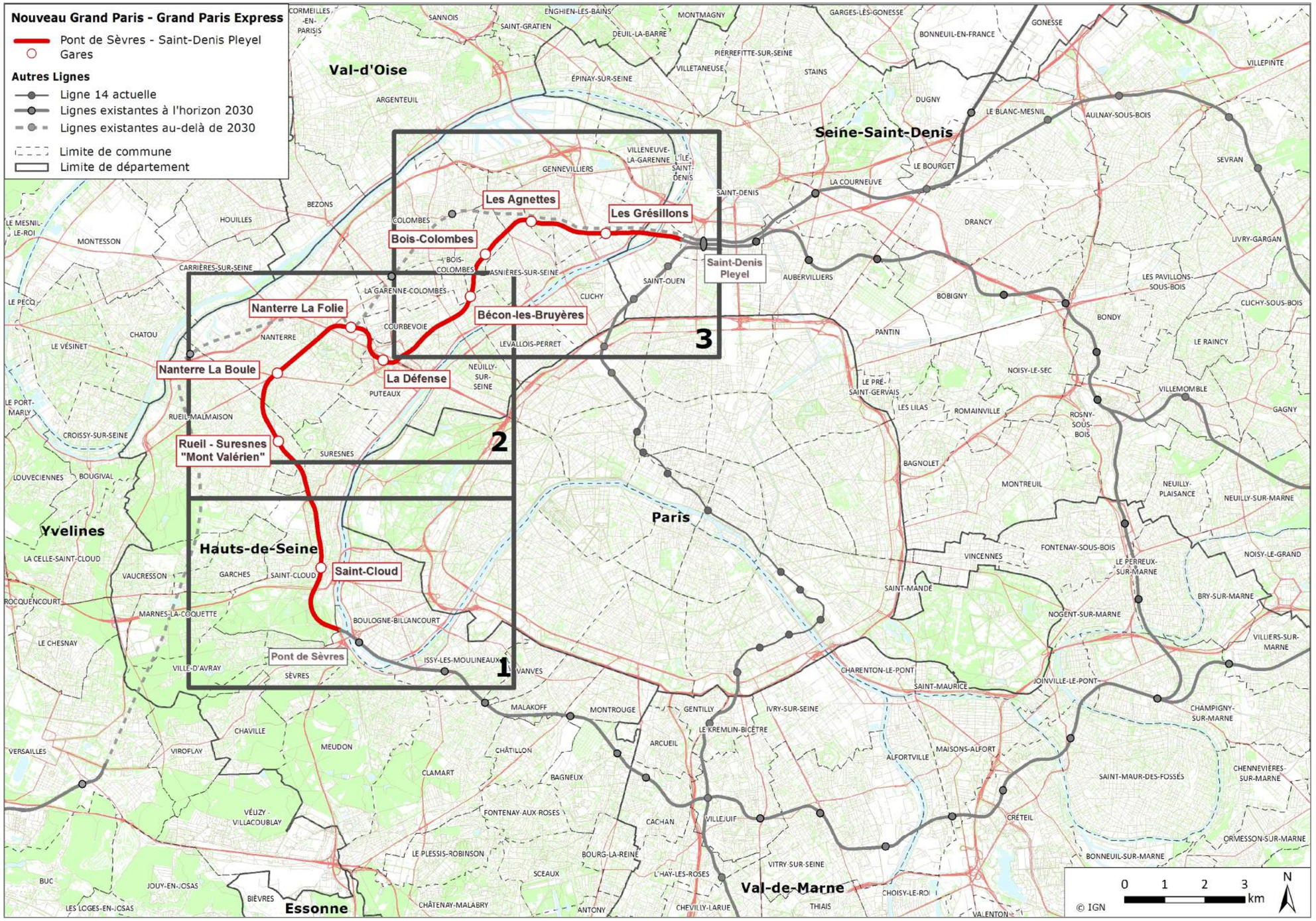
Représentation 3D de la gare Grand Paris Express Les Grésillons (donnée à titre indicatif)



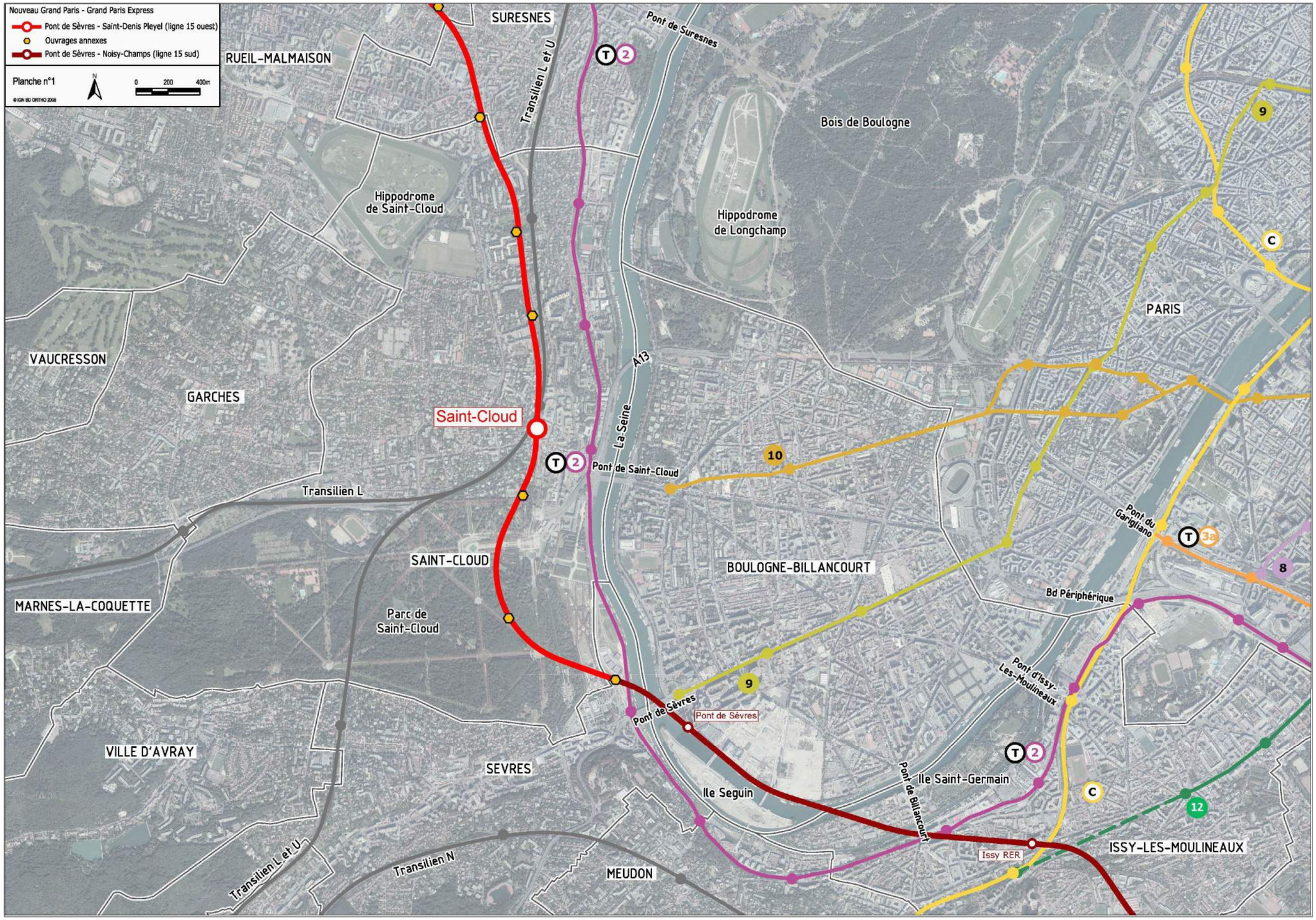
Les Grésillons – Plan de situation



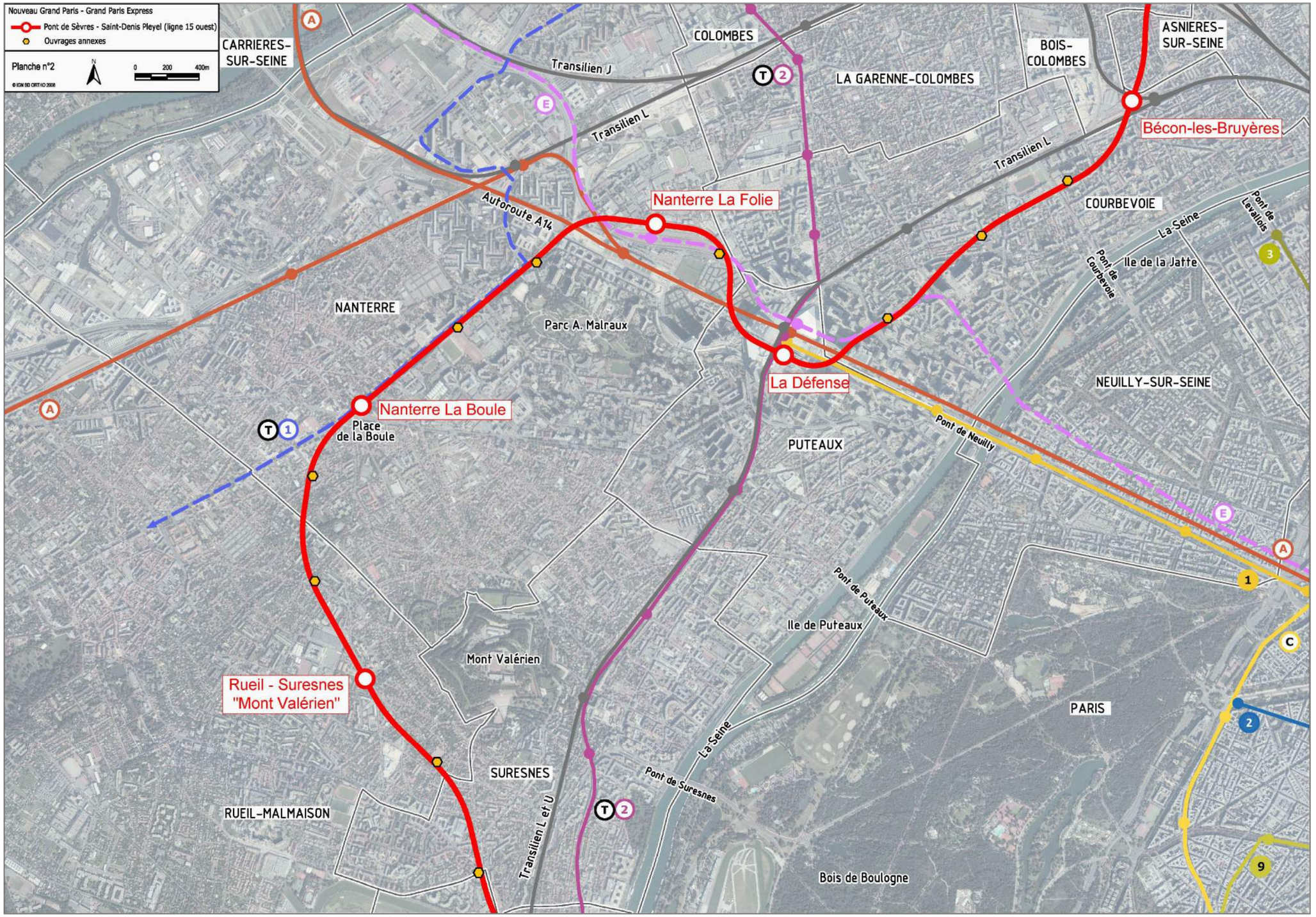
Plan de situation et encartage des planches de présentation des correspondances modes lourds



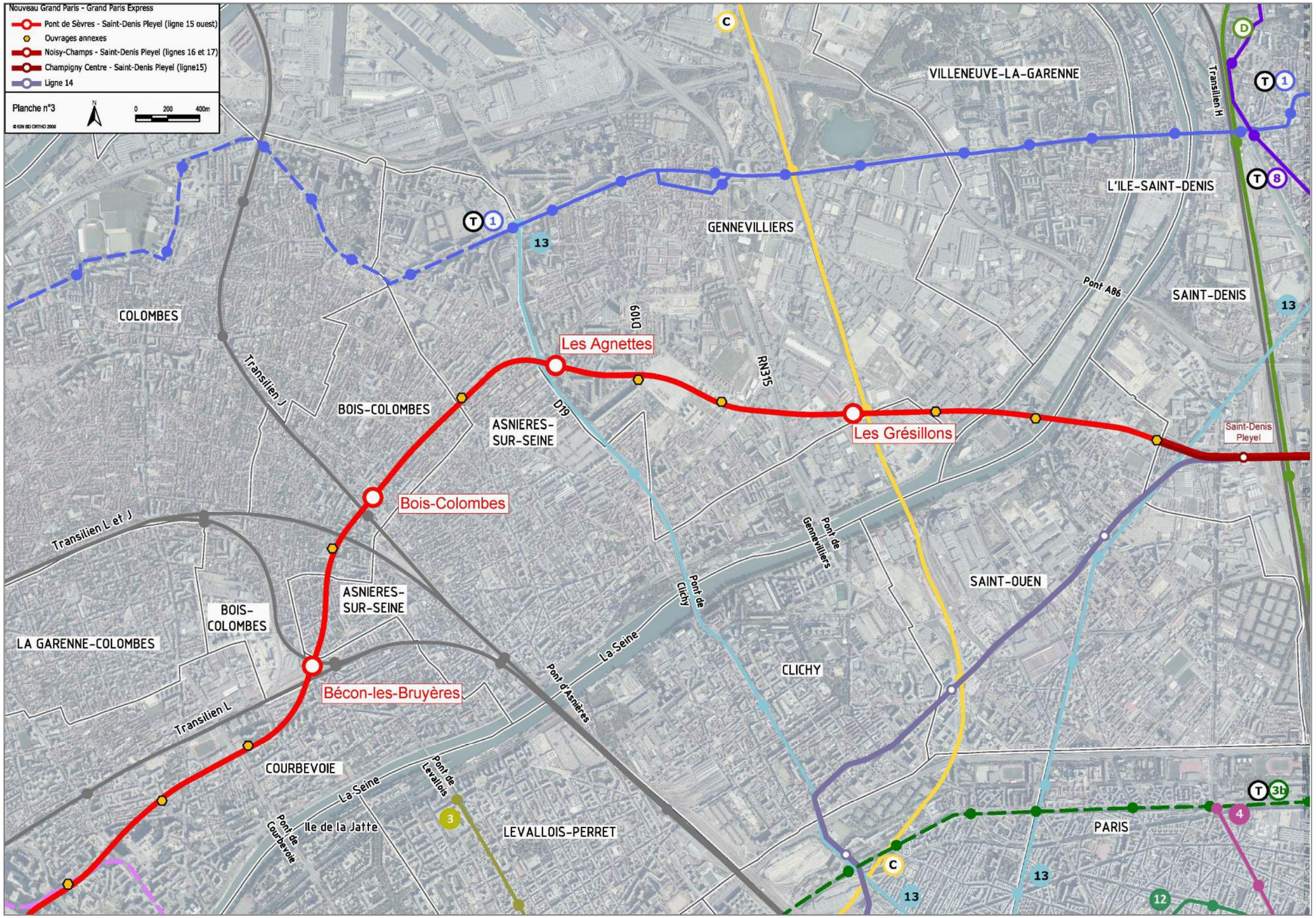
Plan de correspondances modes lourds – Secteur de Saint-Cloud



Plan de correspondances modes lourds – Secteur de La Défense



Plan de correspondances modes lourds – Secteur de Gennevilliers



2.3 Les ouvrages annexes

2.3.1 Définition

Sur l'ensemble du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel, 22 ouvrages annexes (y compris ouvrages d'extrémité situés sur l'Ile de Monsieur à Sèvres et boulevard Finot à Saint-Ouen) permettent notamment d'assurer les fonctions d'accès des secours ainsi que de ventilation et désenfumage du tunnel.

Ces ouvrages s'ajoutent aux dispositifs déjà mis en place à l'intérieur de chaque gare.

Entre deux gares, les ouvrages d'accès aux secours et les dispositifs de ventilation et de désenfumage du tunnel sont généralement mutualisés.

Dans la plupart des cas, ces ouvrages sont composés d'un puits vertical relié au tunnel principal par un rameau de liaison (exemple présenté sur l'illustration ci-contre).

Ces ouvrages apparaissent en surface sous forme d'une grille pour la fonction ventilation / désenfumage et d'une trappe pour l'accès des pompiers.

Les ouvrages de ventilation / désenfumage sont équipés de ventilateurs permettant l'extraction ou l'insufflation d'air dans le tunnel. L'air est extrait vers la surface via les puits de ventilation et les grilles de rejet. Les caractéristiques des ouvrages et performances des équipements sont conformes à la réglementation.

Compte tenu des contraintes de tracé, plusieurs de ces puits ont une profondeur supérieure à 30 m, ce qui impose de les équiper d'ascenseurs permettant le transport d'un brancard.

2.3.2 Accès de secours

Les accès de secours doivent permettre une intervention rapide et efficace des pompiers et services de secours, en n'importe quel endroit, en cas de sinistre.

Pour les tunnels, des puits d'accès de secours sont disposés avec un intervalle maximum de 800 mètres, et à moins de 800 mètres d'une gare, conformément à l'arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport publics guidés urbains de personnes.

Compte tenu des contraintes de tracé, plusieurs de ces puits ont une profondeur supérieure à 30 m, ce qui impose de les équiper d'ascenseurs permettant le transport d'un brancard.

2.3.3 Ventilation / désenfumage

La ventilation du tunnel assure plusieurs fonctions essentielles :

- D'une part, elle permet de maintenir une température de confort dans l'ouvrage en évacuant l'air chaud issu de l'échauffement du tunnel ;

- D'autre part, elle permet le renouvellement de l'air ;

- Enfin, elle permet le balayage et l'évacuation de la fumée en cas d'incendie dans le tunnel, cette dernière fonction s'avérant dimensionnante.

Les caractéristiques des ouvrages et performances des équipements sont conformes à la réglementation, en particulier l'arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes.

Les ouvrages de ventilation / désenfumage sont équipés de ventilateurs permettant l'extraction ou l'insufflation d'air dans le tunnel. L'air est extrait vers la surface via des gaines de ventilation et des grilles de rejet. Celles-ci ont une surface de l'ordre de 30 à 40 m^2 en cas de circulation possible, 20 m^2 lorsqu'elles sont protégées et inaccessibles au public.

Généralement, les ouvrages de ventilation / désenfumage sont mutualisés avec les ouvrages d'accès pompiers. Ces ouvrages, généralement souterrains, seront mutualisés et implantés en fonction du programme technique de la ligne, mais aussi en fonction du contexte urbain dans lequel ils s'insèrent, afin de limiter toute nuisance sur leur environnement immédiat.

2.3.4 Décompression

Pour réduire les phénomènes liés aux effets de pression dus à la circulation des trains en tunnel à des vitesses élevées, des ouvrages de décompression sont prévus dans l'ensemble des gares du projet.

Sous cette configuration :

- Les pressions ressenties dans les trains par les passagers lors de l'entrée en tunnel et lors du croisement des trains sont acceptables ;

- Les pressions sur les équipements en tunnel sont également à des niveaux acceptables.

2.3.5 Épuisement

Les ouvrages d'épuisement sont destinés à recevoir les eaux d'infiltration et de ruissellement du tunnel, en vue de les recueillir à un point bas du tunnel puis les rejeter au moyen d'une pompe dans le réseau d'assainissement local.

Ils sont autant que possible mutualisés avec les puits d'accès des secours. Ces derniers sont alors implantés aux points bas du tracé.

2.3.6 Postes de redressement et postes éclairage force

Les postes de redressement permettent de transformer l'énergie électrique haute tension alternative (15 ou 20 kV) en courant continu de 1 500 volts, utilisé par les trains de la ligne 15. En règle générale, ils sont intégrés dans les espaces des gares. Lorsque les espaces en gare ne le permettent pas, ils sont localisés à des emplacements mutualisés avec des puits d'accès de secours, dans des locaux d'environ 150 m² préférentiellement situés en surface au niveau rez-de-chaussée.

Les postes éclairage force permettent de transformer l'énergie électrique haute tension alternative (15 ou 20 kV) en énergie électrique basse tension alternative (230/400 V), destinée à alimenter les installations électriques dans les gares et dans les ouvrages annexes. Ils sont intégrés aux emprises souterraines de ces ouvrages.

2.3.7 Réalisation des ouvrages annexes

Les puits des ouvrages annexes de secours et de ventilation / désenfumage pourront être terrassés et butonnés à l'abri de parois moulées préalablement exécutées.

Les voiles et/ou dalles butonnantes sont ensuite coulées en remontant avec dépose des butons provisoires au fur et à mesure.

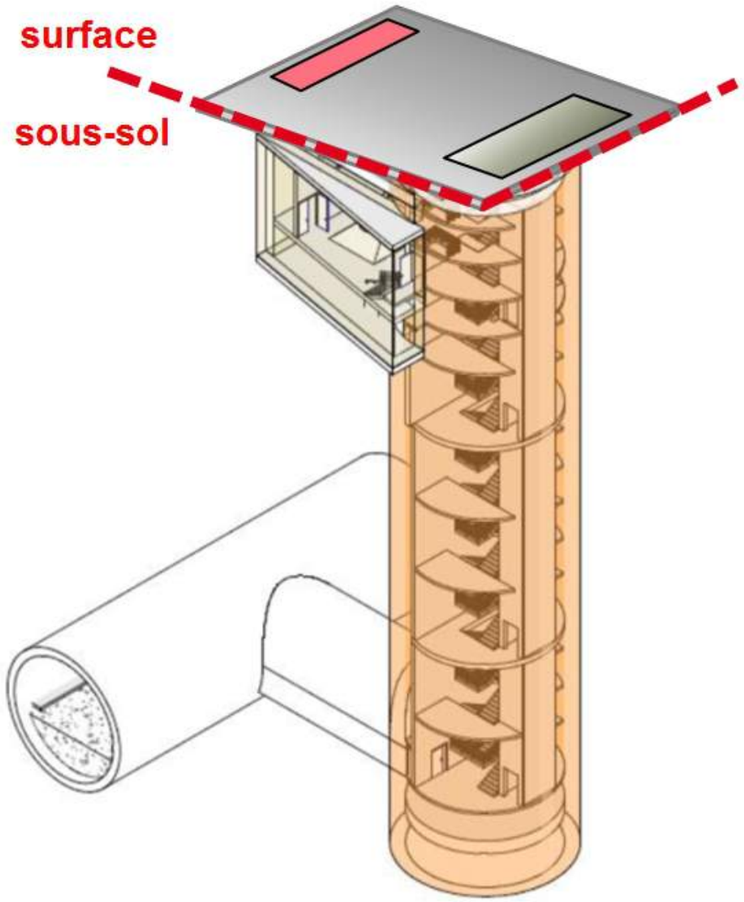
Les rameaux de liaison sont réalisés selon les méthodes conventionnelles à partir du tunnel si celui-ci est réalisé en premier, ou à partir du puits en laissant une bonne garde pour permettre le passage du tunnelier. Le reste du rameau est ensuite poursuivi depuis la section de pénétration dans le tunnel.

Les pénétrations dans le tunnel sont positionnées perpendiculairement et latéralement au tunnel. Préalablement au terrassement des rameaux de jonction au tunnel circulaire, des traitements peuvent être nécessaires depuis la surface pour encadrer la voûte et les piédroits des rameaux. Ces traitements ont pour objet de stabiliser les terrains pendant l'exécution des rameaux.

Les deux ouvrages localisés dans le domaine national de Saint-Cloud présentent un enjeu important, tant par le statut du site que par les dimensions de ces ouvrages annexes, particulièrement profonds sur cette section du tunnel.

Afin de réduire les impacts sur le parc en phase de chantier (circulation de véhicules, travaux) comme en situation définitive, la faisabilité d'une solution technique de réalisation de ces deux ouvrages en galerie est examinée (voir également le chapitre D2 de la pièce D du présent dossier). Dans l'hypothèse où cette solution serait retenue, les deux ouvrages présenteraient l'avantage de se trouver en partie basse du parc, et donc d'être plus accessibles aux véhicules. Ces ouvrages seraient alors réalisés principalement en méthode conventionnelle, avec du matériel d'excavation traditionnel et ponctuel, à partir de puits construits en partie basse du parc.

Exemple d'ouvrage annexe



2.4 Caractéristiques d'exploitation du projet

2.4.1 Système de transport et matériel roulant

L'ensemble de la ligne 15 sera équipé d'un matériel roulant à conduite automatique, sans conducteur dans les trains. Le matériel roulant ne possèdera ainsi pas de loge de conduite : la conduite manuelle restera cependant possible en situation très exceptionnelle. Pour assurer la sécurité des voyageurs en gare et contribuer à la régularité du service, des « façades de quai » (portes vitrées en bordure de quai) seront installées dans toutes les gares.

Ce mode de conduite présente de nombreux avantages et a fait ses preuves sur la ligne 14 : adaptabilité de l'offre à la demande, régularité optimisée et bonne adéquation des coûts de fonctionnement.

De manière générale, le STIF, en tant qu'autorité organisatrice des transports en Ile-de-France, financeur et propriétaire *in fine* du matériel roulant, est étroitement associé aux étapes successives de définition des besoins et d'acquisition des trains circulant sur les infrastructures du Grand Paris Express.

Les caractéristiques du matériel roulant de la ligne 15 seront conformes au cahier des charges fonctionnel du nouveau matériel de métro pour l'exploitation des lignes 15, 16 et 17 approuvé par le Conseil du STIF le 11 décembre 2013 :

- Les trains circulant sur la ligne 15 présenteront les mêmes caractéristiques techniques ou fonctionnelles que ceux des lignes 16 et 17, ce qui permet de bénéficier de synergies en termes d'acquisition comme de maintenance des parcs de matériel roulant.

- Le gabarit des trains sera de l'ordre de 2,80 m. Le matériel roulant de la ligne 15 sera composé de six voitures de 18 mètres environ, en cohérence avec la demande de transport prévisionnelle attendue sur la ligne.

- La capacité unitaire visée est d'environ 1 000 voyageurs par train sur la ligne 15 (capacité calculée avec la norme de confort standard de 4 voyageurs / m²).

- Les trains seront accessibles aux personnes à mobilité réduite (PMR) et aux usagers en fauteuil roulant (UFR), qui disposeront d'emplacements adaptés dans les rames. L'accessibilité sera optimale, grâce au plancher du train au même niveau que les quais et à l'absence de lacune entre le quai et le train.

Le matériel roulant de la ligne 15 est prévu pour atteindre, sur ce tronçon, une vitesse commerciale de l'ordre de 55 à 60 km/h. Cette vitesse, combinée à des distances intergares assez longues, impose le roulement et le guidage par des roues en acier sur voies ferrées.

Récapitulatif des caractéristiques principales du système de transport retenues sur la ligne 15

Ligne 15	
Roulement	fer
Largeur du matériel roulant	environ 2,80 m
Longueur du train	environ 108 m
Composition des trains	6 voitures
Longueur des voitures	environ 18 m
Vitesse commerciale (L15 Ouest)	55 à 60 km/h
Capacité à 4 voyageurs/m^2	environ 1 000 voyageurs / train

2.4.2 Offre de transport et service proposé

A la mise en service de la section Pont de Sèvres – Nanterre La Folie (horizon 2025), la ligne 15 sera composée de deux parties distinctes : une ligne exploitée entre Noisy-Champs à l'est et Nanterre La Folie à l'ouest (intégrant le tronçon « Ligne 15 Ouest ») d'une part, une ligne exploitée entre Saint-Denis Pleyel au nord et Rosny Bois-Perrier à l'est (correspondant à la « Ligne 15 Est ») d'autre part. Dans cette configuration de réseau, la charge maximale de la ligne 15 exploitée entre Noisy-Champs et Nanterre La Folie sera de l'ordre de 15 000 à 20 000 voyageurs à l'heure de pointe du matin, sur la section et dans le sens les plus chargés.

A l'horizon 2025, la ligne 15 entre Noisy-Champs et Nanterre La Folie pourra être exploitée avec un intervalle de l'ordre de 2 minutes 30 entre deux trains en heure de pointe (soit environ 24 trains circulant par heure et par sens), permettant de répondre à la demande prévisionnelle, tout en préservant une marge d'exploitation suffisante permettant de faire face aux aléas d'exploitation.

A la mise en service de la section Nanterre La Folie – Saint-Denis Pleyel du tronçon « Ligne 15 Ouest » (horizon 2027), la ligne 15 sera exploitée entre Noisy-Champs et Rosny Bois-Perrier, via Pont de Sèvres et Saint-Denis Pleyel. Dans cette configuration, la charge maximale de la ligne 15 sera de près de 25 000 voyageurs à l'heure de pointe du matin, sur la section et dans le sens les plus chargés.

À l'horizon 2030 de réalisation de la ligne 15 dans son intégralité, la charge maximale de la ligne 15 sera d'environ 25 000 voyageurs à l'heure de pointe du matin, sur la section et dans le sens les plus chargés. Le système de transport de la ligne 15 est par ailleurs dimensionné pour pouvoir répondre à une poursuite de la montée en charge de la ligne au-delà de l'horizon 2030.

À partir de 2027, il est envisagé que la ligne 15 soit exploitée avec un intervalle se rapprochant de l'intervalle « cible » de l'ordre de 2 minutes entre deux trains à l'heure de pointe du matin (soit environ 30 trains circulant par heure et par sens). Cette offre de transport permet de répondre à la demande prévisionnelle, tout en préservant une marge d'exploitation suffisante permettant de faire face aux aléas d'exploitation.

À tous les horizons de mise en service, la ligne 15 sera exploitée par des missions omnibus, s'arrêtant à chacune des gares du parcours. La vitesse commerciale envisagée sur l'ensemble de la ligne 15 est de l'ordre de 55 km/h.

2.4.3 Organisation de la ligne et sites industriels

Le tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel fait partie intégrante de la ligne 15 du Grand Paris Express.

Le présent dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel ne comprend pas de site industriel, les fonctions afférentes étant assurées par des sites réalisés au titre d'autres tronçons de la ligne 15, quel que soit l'horizon de mise en service considéré.

En effet, à l'horizon cible de réalisation du réseau dans son intégralité, les fonctions de maintenance et d'exploitation de la ligne 15 seront assurées par les sites industriels dédiés à cette ligne : site de maintenance et de remisage des trains (SMR) et poste de commandement centralisé (PCC) de Champigny-sur-Marne, site de maintenance des infrastructures (SMI) de Vitry-sur-Seine, site industriel SMR/SMI de Rosny-sous-Bois.

Pendant les phases intermédiaires de mise en œuvre du Grand Paris Express et de réalisation du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel, l'organisation de la maintenance et de l'exploitation sera la suivante :

- Avec la réalisation de la section Pont de Sèvres – Nanterre La Folie à l'horizon 2025, la ligne 15 sera exploitée de manière continue entre Noisy-Champs et Nanterre La Folie ; cette première partie du tronçon « Ligne 15 Ouest » s'inscrit en effet dans le prolongement du tronçon Pont de Sèvres – Noisy-Champs (« Ligne 15 Sud »). Les sites industriels de Champigny-sur-Marne et de Vitry-sur-Seine, réalisés au titre de la ligne 15 Sud et dimensionnés en perspective de l'horizon cible, disposent alors de la capacité suffisante pour assurer les fonctions nécessaires à l'exploitation et à la maintenance de l'ensemble de la ligne.

- À l'horizon 2027, la ligne 15 sera exploitée de manière continue entre Noisy-Champs et Rosny Bois-Perrier, via Pont de Sèvres et Saint-Denis Pleyel : le tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel sera alors raccordé aussi bien à la ligne 15 Sud (via Pont de Sèvres) qu'à la ligne 15 Est (via Saint-Denis Pleyel), et donc aux sites industriels réalisés au titre de ces deux tronçons. Les fonctions nécessaires à l'exploitation et à la maintenance de l'ensemble de la ligne seront assurées par les trois sites industriels de Champigny-sur-Marne, Vitry-sur-Seine et Rosny-sous-Bois.

Outre les sites industriels prévus à Vitry-sur-Seine et à Rosny-sous-Bois, des dispositions complémentaires sont envisagées pour faciliter la maintenance des infrastructures de la ligne 15 dans son ensemble, en particulier dans sa partie Ouest :

- Des emplacements pour le remisage de véhicules de maintenance de type lorrys automoteurs seront régulièrement répartis le long des infrastructures de la ligne 15 Ouest (dans le tunnel), pour assurer certaines opérations de maintenance des infrastructures.

- L'ouvrage d'arrière-gare de Nanterre La Folie assure des fonctions de terminus (retournement et remisage des trains), nécessaires à l'exploitation de la ligne, tant que la ligne 15 Ouest n'est pas prolongée au-delà de Nanterre. A partir de l'horizon 2027, la gare Nanterre La Folie ne sera plus un terminus, mais deviendra une gare passante. L'ouvrage d'arrière-gare sera alors reconverti et pourra accueillir une voie d'évitement[8] destinée au stockage d'un long train de maintenance des infrastructures. Cette fonctionnalité permettra notamment de réduire les temps d'acheminement du matériel pour assurer les opérations de maintenance dans la partie Ouest de la ligne 15 sur une plage d'intervention plus conséquente.

- Une voie d'évitement supplémentaire, destinée au stockage de véhicule de maintenance des infrastructures, pourra également être réalisée dans l'ouvrage d'arrière-gare de Nanterre La Folie afin de réduire les temps d'acheminement. Une autre solution consiste à réaliser une voie de raccordement dans le secteur de Saint-Denis Pleyel, entre le tunnel des lignes 16/17 et celui de la ligne 15, permettant d'assurer un accès à la ligne 15 depuis le site de maintenance des infrastructures prévu à Aulnay-sous-Bois et servant notamment à la maintenance des infrastructures des lignes 16 et 17 : des trains de travaux pourraient ainsi être envoyés sur la ligne 15 depuis le site industriel d'Aulnay-sous-Bois, en fonction des besoins d'intervention.

Le projet présenté à l'enquête publique est compatible avec ces différentes dispositions.

2.5 Déroulement de la phase chantier

2.5.1 Principes généraux

La mise en œuvre de la Ligne 15 Ouest se découpe en trois grandes phases.

Pour l'heure, les éléments présentés ci-dessous restent des éléments de principes successifs de réalisation. Les études concernant ces différents travaux sont en cours.

2.5.2 Réalisation des travaux préparatoires

Préalablement à tout travail de génie civil, le terrain doit être préparé de façon à éliminer un maximum d'obstacles susceptibles de retarder les phases suivantes.

Plusieurs opérations sont à mener :

- repérage de l'implantation des réseaux existants (gaz, électricité, télécoms, etc.),
- diagnostics archéologiques éventuels,
- fouilles archéologiques éventuelles,
- dépollution éventuelle des sols,
- démolitions éventuelles d'ouvrages ou de bâtiments existants,
- dévoiements éventuels de réseaux,
- mise en place des installations de chantier, réalisation des puits de chantier pour le tunnel et les gares,
- dans les zones sensibles, référés préventifs (constat, par un expert désigné par un juge, de l'état des ouvrages avoisinants).

[8] *Une voie d'évitement est une voie supplémentaire parallèle aux voies utilisées en exploitation commerciale et de longueur suffisante pour garer un train (pour des besoins d'exploitation) ou un train de travaux (pour des besoins de maintenance des infrastructures).*

2.5.2.1 Réalisation des travaux de génie civil

Les travaux de génie civil sont des opérations lourdes nécessitant la mise en œuvre de moyens matériels et humains importants. Ils consistent en la réalisation de travaux de gros œuvre pour :

- le tunnel en partie courante,
- les neuf nouvelles gares de la Ligne 15 Ouest,
- les 22 ouvrages annexes en ligne,
- l'ouvrage d'arrière-gare de Nanterre la Folie.

2.5.2.2 Réalisation des travaux d'équipements

Cette étape consiste à mettre en place l'ensemble des équipements nécessaires au fonctionnement et à la sécurité de la ligne.

Elle comprend les travaux :

- de pose de voie,
- de signalisation,
- d'installations électriques d'alimentation de la ligne : Poste Éclairage Force (PEF), Poste de redressement (PR),
- d'installations de ventilation et de désenfumage,
- d'installations de sécurité,
- d'aménagement des gares.

2.5.3 Mise en œuvre du tunnel en tunnelier

2.5.3.1 Cinématique de mise en œuvre du tunnelier

Le parcours des tunneliers est prévu comme suit :

- **Tunnelier n°1** : Un puits d'entrée est créé au niveau de l'arrière-gare de Pont de Sèvres, sur l'Ile de Monsieur (Sèvres), dans le cadre de la construction du tronçon Pont de Sèvres – Noisy-Champs. Dans le cadre des travaux de la ligne 15 Ouest, ce site est réutilisé pour permettre le montage d'un premier tunnelier. Cet emplacement bénéficie en effet d'une logistique de chantier par voie fluviale, ce qui permet de réduire considérablement les nuisances associées à l'approvisionnement du chantier et à l'évacuation des déblais. Le tunnelier n°1 est chargé de l'excavation du tunnel jusqu'à l'arrière-gare de Nanterre La Folie, où il est démonté puis retiré. Le parcours de ce tunnelier correspond ainsi à la section Pont de Sèvres – Nanterre La Folie.

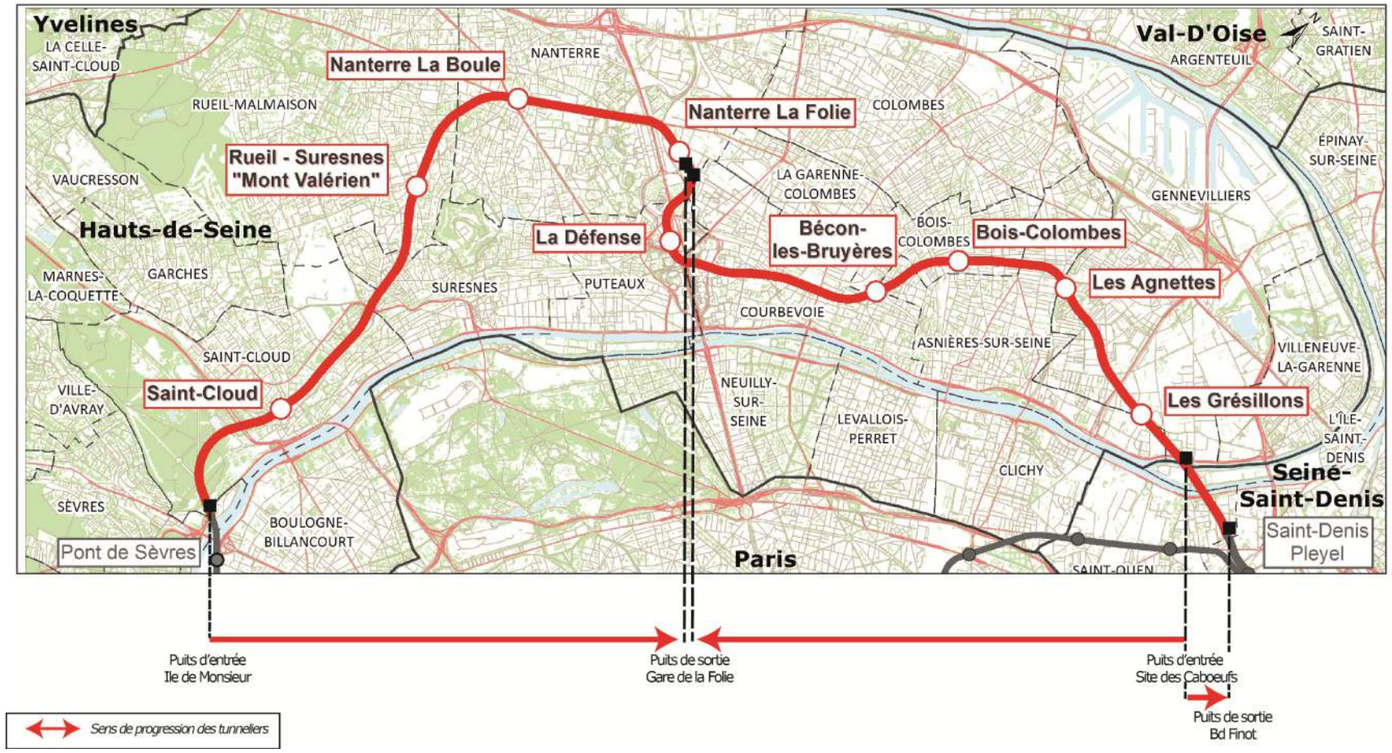
- **Tunnelier n°2** : Un puits d'entrée est créé à l'est de la gare des Grésillons, sur le site des Cabœufs, au bord de la Seine. Ainsi, comme pour le puits de l'Ile de Monsieur, cet emplacement bénéficie d'une logistique de chantier par voie fluviale, ce qui permet de réduire considérablement les nuisances associées au chantier. Ce deuxième tunnelier est chargé de l'excavation du tunnel jusqu'à un puits de sortie situé à l'extrémité est de l'arrière-gare de Nanterre La Folie.

  Le tunnelier est ensuite démonté et remonté dans le puits d'entrée des Cabœufs afin d'excaver la dernière partie du tunnel, comprise entre les Grésillons et le puits correspondant à l'ouvrage annexe « OA 330 », sur le boulevard Finot à Saint-Ouen. La réutilisation du puits d'attaque des Caboeufs permet de profiter à nouveau de la proximité de la Seine pour organiser une évacuation efficace des déblais et une réduction des nuisances du chantier.

Nota : Les études actuellement menées doivent déterminer la meilleure utilisation du tunnelier n°2 en concertation avec les études du tronçon Saint-Denis Pleyel – Champigny Centre (ligne 15 Est). En effet, la section de tunnel entre le site des Caboeufs et l'ouvrage du boulevard Finot est courte : le prolongement de l'itinéraire de ce tunnelier pour réaliser une partie du tunnel de la ligne 15 Est permettrait d'économiser le déplacement du tunnelier d'un puits à l'autre. L'utilisation d'un troisième tunnelier, distinct des tunneliers n°1 et n°2, pour la réalisation de cette section est également à l'étude.

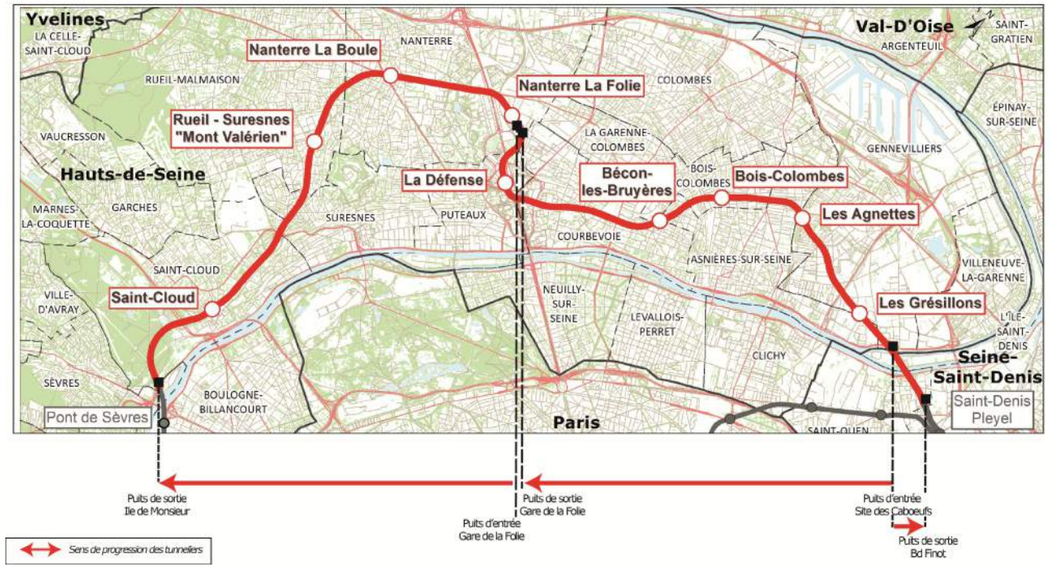
Exemple d'entrée de tunnelier - Métro Val de Rennes

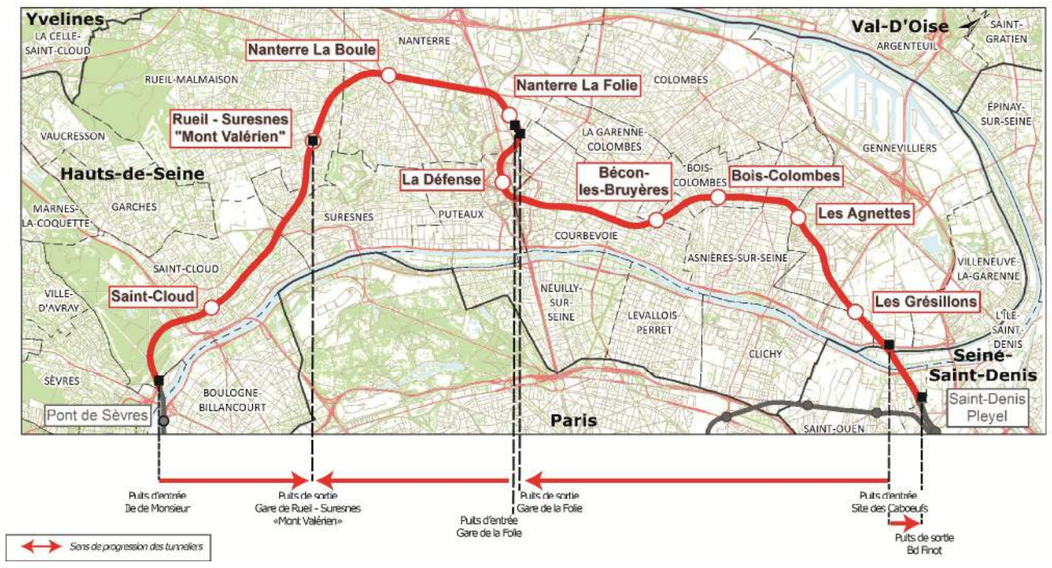
Parcours des tunneliers / Scénario de référence et scénarios alternatifs



Scénario de référence

Scénarios alternatifs





Scénarios alternatifs :

Afin d'éviter des interfaces complexes de calendrier dans le secteur de l'Ile de Monsieur (qui accueillera dans un premier temps les installations de chantier prévues pour le puits d'entrée de tunnelier utilisé lors des travaux de réalisation de la ligne 15 Sud), ainsi que dans celui de Nanterre (qui fera l'objet de plusieurs programmes immobiliers pilotés par l'EPADESA), des scénarios de parcours alternatifs ont été envisagés pour le **tunnelier n°1** :

- Le parcours du tunnelier n°1 pourrait ainsi être inversé : la future gare Nanterre La Folie accueillerait le puits d'entrée du tunnelier, et le site de l'Ile de Monsieur en accueillerait le puits de sortie. Cette disposition permettrait de réduire les interfaces avec les travaux de réalisation de la ligne 15 Sud sur le site de l'Ile de Monsieur : elle s'inscrirait dans la perspective d'une réalisation de la section Ile de Monsieur – Nanterre au plus tôt, permettant ainsi la libération des emprises en surface à Nanterre pour les projets pilotés par l'EPADESA.

  En contrepartie, cette organisation des travaux présente l'inconvénient de priver la réalisation de la section Ile de Monsieur – Nanterre des bénéfices associés à une logistique de chantier par voie fluviale. L'opportunité et la faisabilité d'une évacuation partielle des déblais par voie ferrée depuis le puits de Nanterre La Folie pourraient alors être examinées, en articulation avec les études menées sur le projet EOLE.

- Une variante de ce scénario a donc été envisagée. Dans cette variante, la future gare Nanterre La Folie accueillerait bien le puits d'entrée du tunnelier n°1, mais celui-ci serait démonté puis retiré à mi-parcours, via le puits créé pour la réalisation de la gare Rueil - Suresnes « Mont Valérien ». Ce tunnelier serait alors remonté dans le puits de l'Ile de Monsieur, depuis lequel il réaliserait la dernière partie du creusement de cette portion de ligne, entre l'Ile de Monsieur et la gare Rueil - Suresnes « Mont Valérien » ; cette dernière servirait une seconde fois de puits de sortie.

  Cette organisation des travaux présente des avantages similaires à celle du scénario précédent ; en particulier, la réalisation du tunnel entre l'Ile de Monsieur et Nanterre La Folie en deux temps permet de garantir l'absence d'interfaces travaux entre la ligne 15 Sud et la ligne 15 Ouest sur le site de l'Ile de Monsieur, au moment du creusement de la section Ile de Monsieur – Rueil. La section Ile de Monsieur – Rueil pourrait en outre bénéficier de la logistique de chantier par voie fluviale associée au site de l'Ile de Monsieur.

Dans ces scénarios alternatifs, le creusement du tunnel entre Nanterre La Folie et l'ouvrage annexe « OA 330 » à Saint-Ouen serait similaire à l'organisation prévue dans le scénario de référence.

Afin de couvrir l'étendue des scénarios aujourd'hui envisageables, l'étude d'impact du projet décrit les impacts potentiels associés à la réalisation de chacun des puits d'entrée de tunnelier identifiés dans le scénario de référence comme dans les scénarios alternatifs. En particulier, les puits situés sur l'Ile de Monsieur et à l'ouest de l'arrière-gare de Nanterre La Folie sont tous les deux étudiés dans l'éventualité où ils seraient utilisés comme puits d'entrée de tunnelier.

2.5.3.2 Creusement du tunnel

Le tunnelier mis en œuvre pour le forage de la Ligne 15 Ouest produit à l'avancement un tube de béton étanche et ancré dans les terrains.

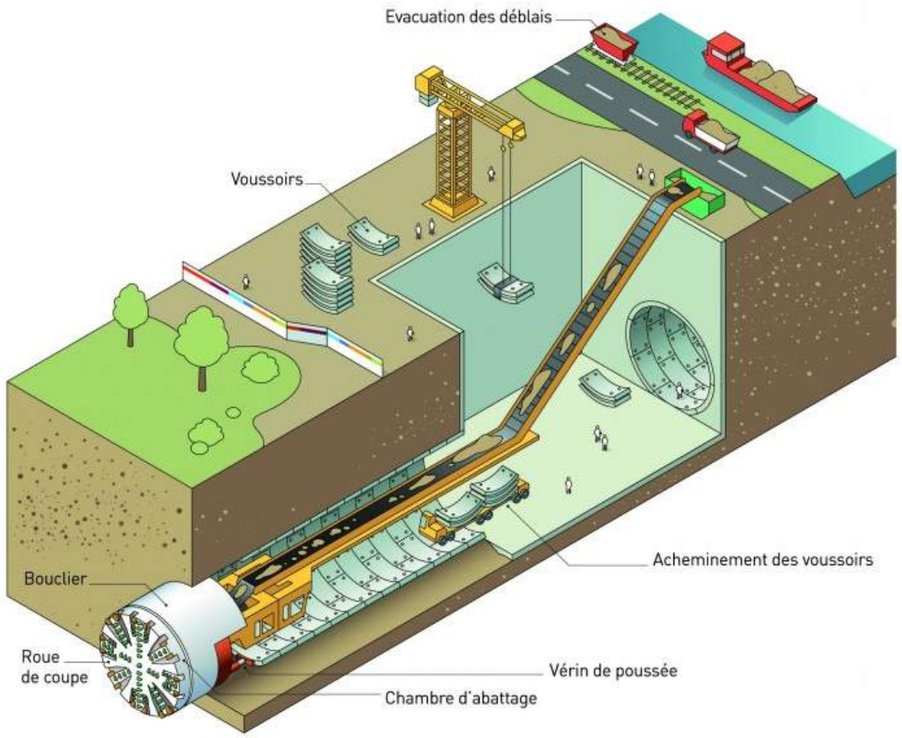
L'alimentation du tunnelier en énergie, produits et matériaux (eau, béton, voussoirs) se fait par le puits d'attaque, de même que l'évacuation des déblais. La base chantier associée au puits d'attaque doit donc permettre de gérer les flux d'alimentation et de déblais du tunnelier.

En pratique, les opérations de réalisation du tunnel sont les suivantes :

- Creusement du puits d'attaque et des puits de sortie :
  - mise en place de la paroi moulée : cette opération nécessite l'injection de béton dans des excavations dont l'ensemble forme la paroi d'une boîte. Les excavations sont descendues à un niveau géologique peu perméable, variable selon la géologie locale,
  - la boîte est vidée de la terre qu'elle contient. Elle est également vidée de son eau par pompage si une nappe souterraine y est présente,
  - si nécessaire la perméabilité du fond de la boîte est abaissée par la mise en place d'un bouchon injecté ou une technique équivalente en fonction des débits résiduels observés,
  - les matériels et ouvrages pour la construction du tunnel peuvent alors être mis en place, en particulier pour la construction du tunnelier.
- Construction du tunnelier au fond du puits d'attaque (45j de réalisation en moyenne). Le tunnelier est assemblé sur place. La longueur moyenne est d'environ 100 m :
  - de la tête portant l'organe de coupe (la roue tournante), le poste de pilotage et les éléments permettant son fonctionnement,
  - à la partie postérieure de « l'usine » permettant la gestion des flux de matériaux arrivant et partant de la zone de coupe,
- Creusement du tunnel par le tunnelier :
  - l'amorce du tunnel nécessite un appareillage spécial permettant l'appui du tunnelier. Cet appui est fourni par le tunnel en place une fois la vitesse de croisière atteinte.
  - la vitesse d'avancement est de 10 à 12m par jour selon la géologie rencontrée.
  - sauf imprévu de parcours, le tunnelier creuse le tunnel d'une traite. Les ruptures dans l'avancement peuvent être dues à :
    - La rencontre d'irrégularités géologiques non identifiées au préalable, en particulier des cavités ;
    - Une variation significative des paramètres géotechniques du sol susceptibles d'engendrer des désordres et non gérable directement au niveau de la machine.
- démontage du tunnelier : il se fait au niveau du puits de sortie (Nanterre la Folie et OA 330),
- adaptations des puits, s'ils sont utilisés pour des ouvrages annexes ou gare. A défaut, rebouchage de ces derniers..

- remise en état de la surface du sol. En cas de rebouchage, la surface du sol est rendue à l'usage initial ou l'usage prévu dans le projet.

Schéma de fonctionnement d'un tunnelier



2.5.4 Réalisation des gares par méthode dite de « Parois Moulées »

Pour chaque phase de terrassement depuis la surface, la zone d'excavation est délimitée par une enceinte étanche. La technique privilégiée est celle « des parois moulées » utilisée pour l'ensemble des gares de la Ligne 15 Ouest (hormis pour la gare de La Défense).

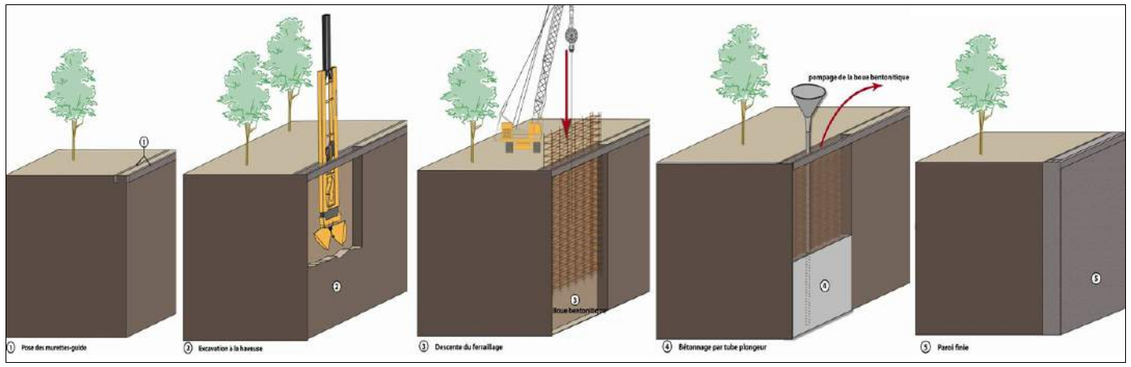
Une paroi moulée est un écran en béton armé directement moulé dans le sol. Son rôle est d'assurer le soutènement des terres autour de la fouille, de servir d'enceinte étanche vis-à-vis de la nappe d'eau et de reprendre, en partie ou en totalité, les descentes de charge de l'ouvrage pour en assurer les fondations.

La première étape de réalisation d'une paroi moulée consiste à exécuter des murettes-guides. Ces deux murets en béton armé permettent de guider l'outil de forage et de caler les cages d'armature.

L'excavation du sol est réalisée par panneaux de longueur limitée, variable selon le type de sol et la sensibilité des avoisinants.

La stabilité des fouilles réalisées est assurée en substituant aux terres excavées une boue bentonitique dans la tranchée, au fur et à mesure du creusement de celle-ci. Ce fluide permet d'appliquer une pression hydrostatique aux parois, et ainsi d'en empêcher l'éboulement.

Une fois l'excavation d'un panneau achevée, la cage d'armatures est mise en place dans la tranchée remplie de boue. Le bétonnage est ensuite effectué à partir du fond à l'aide d'un tube plongeur. En remontant, le béton chasse la boue bentonitique, qui est évacuée par pompage au fur et à mesure.



Méthode de réalisation de parois moulées

3 Analyse des impacts et présentation des mesures

3.1 Climatologie

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.

3.1.1 Impacts et mesures en phase chantier concernant la climatologie

3.1.1.1 Impacts

Le projet de la Ligne 15 Ouest 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 sur un secteur donné.

Le projet a un impact nul sur l'évolution des précipitations et des températures.

3.1.1.2 Mesures d'accompagnement en phase chantier

Aucune mesure d'accompagnement n'est nécessaire.

3.1.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant la climatologie

3.1.2.1 Impacts

Les impacts se définissent par rapport aux grandeurs mesurées par les stations météorologiques et rappelées ci-dessus.

Dans le cas présent, l'impact 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 du projet sur ces grandeurs.

Les émergences de grande taille, en particulier certaines gares, seront susceptibles de modifier localement la circulation des vents sur une hauteur dépendant de celle de l'émergence.

L'impact restera localisé autour de l'émergence et dépendra intégralement 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 seront très locales et non significatives à l'échelle du territoire sur lequel s'implante le projet. L'impact est nul.

3.1.2.2 Mesures d'accompagnement en phase exploitation

Aucune mesure d'accompagnement n'est nécessaire.

3.1.3 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant la climatologie

Aucun impact n'est identifié. Aucune mesure n'apparaît nécessaire.

3.1.4 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant la climatologie

Aucune mesure n'est prévue en phase chantier ni en phase d'exploitation.

3.2 Relief et topographie

3.2.1 Impacts et mesures en phase chantier

3.2.1.1 Prise en compte des pentes

Les pentes maximales observées sur le profil en long du tracé de référence seront localisées :

- Entre les gares de Pont de Sèvres et Saint-Cloud ;
- Entre les gares de Rueil-Malmaison « Mont-Valérien » et « Nanterre la Boule ».

Les pentes maximales du terrain naturel sont de l'ordre de 20% sur des linéaires réduits.

À noter que les pentes entraînent une nécessaire adaptation du profil en long du tunnel.

L'impact est faible.

L'impact sera le plus fort pour les bases chantier situées dans les zones en forte pente citées ci-dessus. La création des bases chantier pourra alors nécessiter un terrassement local destiné à aplanir le terrain pour que ces dernières y soient fonctionnelles. L'ampleur de cet impact sera directement liée à l'organisation des bases chantier qui reste inconnue à ce jour.

Les modifications resteront cependant confinées à l'emprise de la base chantier, donc vraisemblablement faibles à nuls à l'échelle du projet.

3.2.1.2 Variation du relief engendrée par le stockage de déblais sur les bases chantier

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.

Il n'y aura pas de section en aérien réalisée sur le linéaire de la Ligne 15 Ouest.

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.

Globalement, **l'impact du chantier sur la topographie restera faible**, car la quasi-totalité de la Ligne 15 Ouest est souterraine et sera construite au tunnelier. En effet, sur le linéaire de la Ligne 15 Ouest, une seule partie est réalisée en tranchée couverte, il s'agit de l'arrière gare, de l'ouvrage de remisage de Nanterre la Folie, ainsi que du tunnel entre la gare de Nanterre la Folie et l'ouvrage de raccordement (puits de sortie tunnelier).

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.

Concernant la **gestion des déblais des tunneliers**, les installations de chantier (puits d'attaque tunnelier) sont situées au niveau de l'Ile de Monsieur et des Caboeufs. Un scénario envisage également l'implantation d'un puits de départ au niveau de la future gare de Nanterre la Folie, dans le cas d'une utilisation maintenue par la ligne 15 Sud du site de l'Ile de Monsieur (se référer à la présentation du projet, sur l'organisation de la phase de creusement du tunnel).

Pour ces trois sites, les déblais seront évacués suivant un ou plusieurs modes de transports. Cependant, les écarts entre la production et l'évacuation des déblais seront absorbés par des stocks tampons, qui permettent d'entreposer les terrains excavés avant leur évacuation. Un stock tampon pouvant accueillir quatre jours de production de déblais, à cadence maximale, est prévu.

Concernant **les gares et ouvrages**, les déblais correspondant au volume interne de chaque gare et OA seront :

- Reportés vers le site de l'Ile de Monsieur concernant la gare de Saint-Cloud Transilien, et les OA 232, 233, 241 et 242;
- Reportés vers le site des Caboeufs concernant la gare des Grésillons et les OA 311 et 312 ;
- Excavés en grande partie après le passage du tunnelier et évacués par bande transporteuse par le tunnel pour la gare de Bois-Colombes, en raison des contraintes urbaines fortes dans ce secteur, ne permettant pas le passage de nombreux camions ;
- Temporairement stockés au niveau de leur base chantier respective pour toutes les autres gares et OA.

Il y aura donc un volume de terres, potentiellement significatif, à stocker durant les travaux. Ce stockage engendrera donc très localement des modifications du relief dont l'ampleur dépend de la zone de stockage.

L'impact dépend directement des choix du maître d'ouvrage dans la gestion des flux de déblais. Il sera modéré localement au niveau des bases chantier et faible à négligeable à l'échelle de l'ensemble du projet.

3.2.2 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 2,6 millions de m^3 de déblais pour la Ligne 15 Ouest.

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.

Cet impact n'est pas quantifiable à l'heure actuelle. Les lieux de stockage définitif des déblais ne sont pas connus mais seront principalement localisés au sein de la Grande Couronne Parisienne.

3.2.2.1 Mesures d'accompagnement en phase chantier

Mesures d'évitement et de réduction

- **Profil en long compatible aux pentes** : Dans sa conception, le projet est adapté aux pentes fortes du secteur de Pont de Sèvres à Saint-Cloud et de Rueil-Malmaison « Mont-Valérien » à « Nanterre la Boule.

  La mise en œuvre de l'infrastructure se fera donc sans modification préalable des pentes dans ce secteur.

- **Adaptation du profil en long pour réduire la profondeur de l'ouvrage** ; 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.

  C'est dans ce sens que les Études Préliminaires Approfondies de conception ont été menées par la Société du Grand Paris. Elles ont tendu à rapprocher le profil en long du tunnel au plus près du TN, tout en considérant l'occupation du sous-sol (réseaux, infrastructure, fondations de bâtis).

  Ainsi, les ouvrages émergents (gares, OA) ont été insérés en limitant leur profondeur (réduction de déblais associés).

- **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.

Mesures de compensation

- **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.

  Pour la gestion anticipée des déblais produits par l'ensemble du Grand Paris Express, le maître d'ouvrage a réalisé un Schéma Directeur d'Évacuation des Déblais (SDED) annexé à l'étude d'impact.

  En accord avec ce dernier, la Société du Grand Paris contribuera à faciliter l'ouverture d'installations spécialisées de type Installations de Stockage de Déchets Inertes ou Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux.

Mesures de suivi dans le temps

- **Suivi des actions de gestions des terres en conformité du SDED** : La principale mesure de suivi dans le temps consistera à analyser la correspondance des actions de gestion des terres avec les documents références produits par la Société du Grand Paris (SDED général à l'échelle du Grand Paris, SDED à l'échelle de la Ligne 15 Ouest).

3.2.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation

3.2.3.1 Impacts directs et indirects

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

3.2.3.2 Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'accompagnement n'est à prévoir en phase exploitation.

3.2.4 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant le relief et les volumes de terres excavés

Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement concernant le relief

Secteurs concernés	*Niveau d'enjeu*	*Caractéristique et niveau de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Section Pont de Sèvres – Nanterre la Boule	Pente forte à très forte, atteignant localement 20% au niveau du Domaine National de Saint-Cloud	Adaptation du tunnel et de la méthode constructive	**Mesures d'évitement et de réduction** Profil en long compatible aux pentes Adaptation du profil en long pour réduire la profondeur de l'ouvrage Mise en place de palissades masquant la perception du site **Mesures de compensation** Organisation de la gestion des déblais **Mesures de suivi dans le temps** Suivi des actions de gestions des terres en conformité du SDED
	Pente de 7% au niveau entre le plateau de Rueil-Malmaison et Nanterre		
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	Pas d'enjeu sur cette section	Au niveau de l'arrière gare et du site de remisage de Nanterre La Folie Modifications temporaires de relief dont l'ampleur dépend de la zone de stockage des terres excavées en attente de transport hors site	
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	Pas d'enjeu sur cette section	Adaptation du tunnel et de la méthode constructive	

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.2.5 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant le relief et les volumes de terre excavée

3.2.5.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Coûts des mesures – Phase chantier

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Profil en long compatible aux pentes	Non quantifiable, réflexion issue des études de conception
Adaptation du profil en long pour réduire la profondeur de l'ouvrage	Non quantifiable, réflexion issue des études de conception
Organisation de la gestion des déblais	Coût lié à la mise en œuvre des documents référents (SDED notamment)
Mise en place de palissades masquant la perception du site	Environ 100€ par m²

3.2.5.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

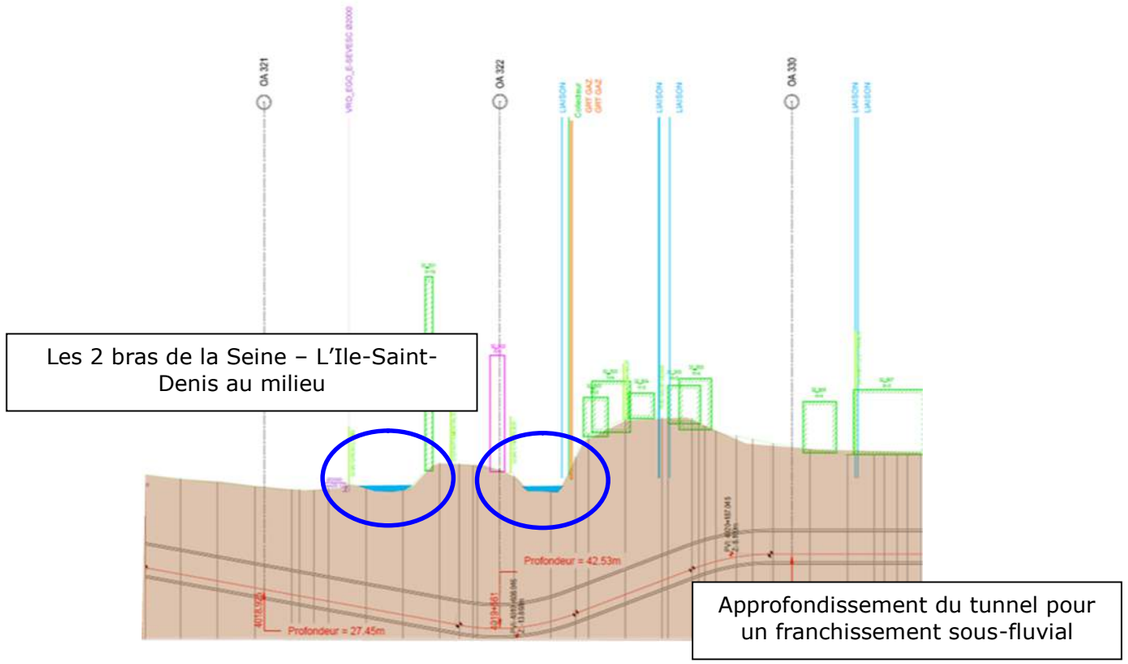
Aucune mesure n'est prévue en phase exploitation.

3.3 Hydrographie et risque inondation

3.3.1 Modification des écoulements en régime courant en phase chantier et en phase d'exploitation

L'ensemble du linéaire de la ligne 15 Sud est situé en souterrain. Le tunnel de la ligne 15 Sud croise la Seine qu'à une seule reprise, au niveau de la zone des Caboeufs entre Gennevilliers, l'Ile-Saint-Denis et Saint-Ouen. Le toit du tunnel se situe à environ 30 mètres de profondeur sous la Seine.

Le franchissement entre l'Ile de Monsieur et la gare de Pont de Sèvres est prévu dans le cadre de la ligne 15 Sud, qui relie Pont de Sèvres à Noisy-Champs. De la même façon, le tracé du tunnel passe en profondeur sous la Seine, pour ne pas impacter son fonctionnement, et éviter les piles des ponts existants.



Profil en long du franchissement sous-fluvial de la ligne 15 Ouest

Au vu de l'éloignement du tunnel par rapport à la Seine, le projet ne présente pas d'impact sur le fonctionnement du fleuve, que ce soit en phase chantier lors du creusement du tunnelier, qu'en phase d'exploitation du métro.

3.3.2 La prise en compte du risque inondation

3.3.2.1 Ouvrages concernés par un risque d'inondation

Les types d'ouvrages concernés par le risque inondation sont :

- Les ouvrages émergents réalisés au-dessus du terrain naturel et situés en zone inondable,
- Les ouvrages peu ou pas émergents situés en zone inondable mais disposant d'ouvertures en surface susceptibles d'intercepter des eaux de débordement s'écoulant sur le terrain naturel.

Les cartes des zones inondables, présentées dans l'état initial, ont été croisées avec la localisation des ouvrages de la ligne 15 Ouest. Les ouvrages concernés par un aléa inondation sont :

- **Les gares suivantes :**
  - **Gare des Agnettes (cf carte page suivante)** : La Gare des Agnettes est positionnée en zone bleue, dite zone B du PPRI de la Seine dans les Hauts-de-Seine et correspondant aux « centres urbains ». Il n'existe pas de prescriptions particulières concernant l'aménagement autres que celles évoquées précédemment.

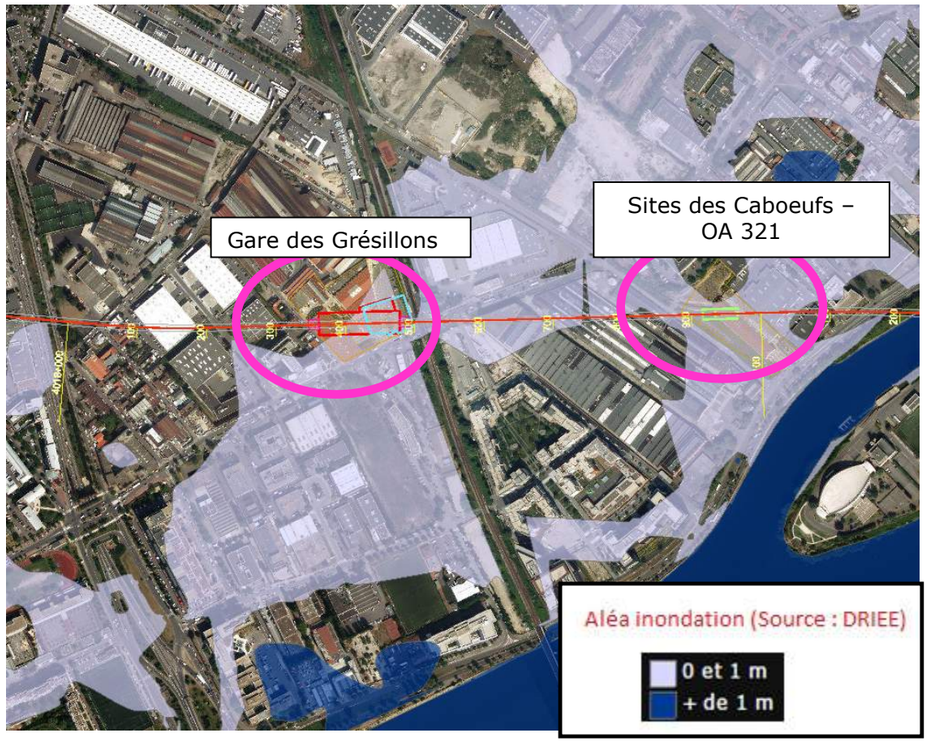
    D'après la carte d'aléa de la Seine au droit de la gare, les hauteurs de submersion sont comprises entre 0 et 2 m.
  - **Gare des Grésillons (cf carte ci-après)** : La Gare des Grésillons est positionnée en zone orange, dite zone C du PPRI de la Seine dans les Hauts-de-Seine et correspondant aux « zones urbaines denses ».

    D'après la carte d'aléa de la Seine au droit de la gare, les hauteurs de submersion sont inférieures à 1 m.

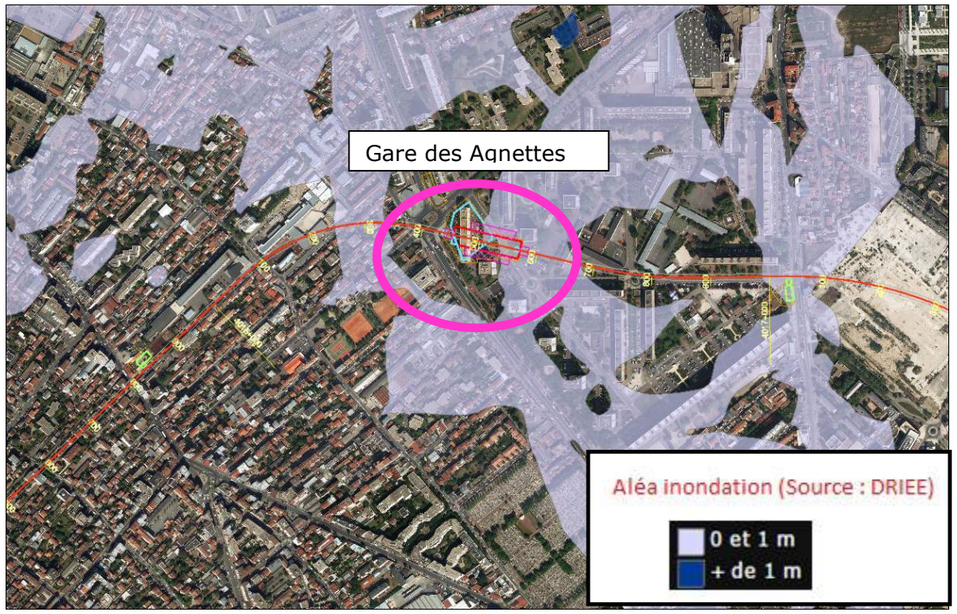
    Le PPRI précise, spécifiquement pour la zone C, que l'emprise au sol des constructions à usage autre que d'habitation et de bureaux est limitée à 60% pour toute unité foncière de plus de 2 500 m².

- **Les ouvrages annexes suivants :**
  - **OA 231 (puits d'entrée du tunnelier) dit « OA Ile Monsieur »** : L'OA 231 est positionné en zone rouge, dite zone A du PPRI de la Seine dans les Hauts-de-Seine et correspondant aux zones à forts aléas. D'après la carte d'aléa de la Seine, les hauteurs de submersion sont comprises entre 1 et 2 m.
  - **OA 311** : L'OA 311 est positionné en zone bleue, dite zone B du PPRI de la Seine dans les Hauts-de-Seine et correspondant aux zones d'autres aléas. D'après la carte d'aléa de la Seine, les hauteurs de submersion sont inférieures à 1 m.
  - **OA321 (puits d'entrée de tunnelier) dit « OA Les Caboeufs »** : L'OA 321 est positionné en zone orange, dite zone C du PPRI de la Seine dans les Hauts-de-Seine et correspondant aux zones d'autres aléas. D'après la carte d''aléa de la Seine, les hauteurs de submersion sont inférieures à 1 m.

Carte de la zone inondable avec la gare des Grésillons et l'emprise chantier de la zone des Caboeufs (à terme l'OA 321).



Carte de la zone inondable avec la gare des Agnettes



3.3.2.2 La compatibilité des ouvrages projetés avec les réglementations en vigueur sur le risque inondation

Les ouvrages positionnés en zone inondable de la ligne 15 Ouest sont concernés par le **Plan de Prévention du Risque Inondation** (PPRI) des Hauts-de-Seine définissant les règles et interdictions de construction dans un but de protection des biens et des personnes.

Règles liées au Plan de Prévention du Risque Inondation des Hauts-de-Seine :

Pour l'ensemble des zones règlementaires concernées, le PPRI autorise sous condition la réalisation de constructions nouvelles. « *Les ouvrages d'art et d'infrastructure inondables (tunnels, souterrains...) et ceux non inondables, sont autorisés sous réserve que tout remblaiement ou réduction de la capacité de stockage de la crue, situé au-dessous de la cote de casier soit compensé par un volume égal de déblais pris sur la zone d'aménagement compris entre le terrain naturel initial et la cote de casier diminuée de 2,5 m au moins* » (extrait du règlement du PPRI des Hauts-de-Seine).

À ce titre, les ouvrages composant la ligne 15 Ouest sont autorisés (gare, ouvrage annexe, base chantier…), ils font partie intégrante de l'infrastructure de la ligne 15 Ouest du Grand Paris et sont indispensables soit à sa réalisation soit à son fonctionnement.

Le principe du projet Ligne 15 Ouest est compatible avec la règlementation PPRI.

Des prescriptions sont néanmoins applicables. Il s'agit notamment de maintenir le volume d'expansion des crues de la Seine, en phase travaux et en phase d'exploitation. Au vu des ouvrages émergents prévus, des mesures de compensation volumique seront nécessaires. Cette démarche de compensation sera étudiée de manière approfondie dans le cadre des procédures au titre de la loi sur l'eau prévues ultérieurement. La Société du Grand Paris prévoit néanmoins à ce stade, des possibilités de compensation de plusieurs types :

- Un léger abaissement du niveau du sol au niveau des zones de chantier (zones des Caboeufs aux Grésillons) ;

- La mise en œuvre de parkings souterrains inondables dans le cadre de projets d'aménagement limitrophes.

Au vu des faibles volumes pris à la crue par les ouvrages de la ligne 15 Ouest, ces principes de mesures permettront d'assurer l'équilibre des déblais/remblais.

Exemple de grille de ventilation

Par ailleurs, le règlement du PPRI apporte également des prescriptions quant aux méthodes de construction des ouvrages situés en zone inondable. Il s'agit notamment des règles suivantes :

- Les fondations et les parties de bâtiment et installations construites sous la cote de casier doivent être réalisées avec des matériaux résistants à l'eau ;

- Les équipements de second œuvre des constructions tels que revêtements des sols ou de murs, situés en dessous de la cote de casier doivent être résistants à l'eau. ;

- Les bâtiments et installations doivent pouvoir résister aux tassements différentiels et aux sous-pressions hydrostatiques. Toutes les constructions et installations doivent être fondées dans le sol de façon à résister à des affouillements, des tassements ou des érosions localisées ;

- Toute surface de plancher fonctionnel située au-dessous de la cote de casier doit être conçue de façon à faciliter l'évacuation rapide des eaux après la crue ;

- Les câblages (téléphone, électricité, informatique, etc...) doivent être installés au-dessus de la cote de casier, à l'exclusion de ceux strictement nécessaires au fonctionnement des surfaces de planchers situés en dessous de cette cote. Ces derniers doivent être munis de dispositifs de mise hors service en cas d'inondation, permettant d'éviter toute dégradation des réseaux alimentant les planchers situés au-dessus de la cote de casier ;

- Les réseaux techniques doivent être résistants à l'eau ou pouvoir être mis hors circuit sans nuire au fonctionnement des niveaux non inondables de l'immeuble. Le raccordement au réseau d'assainissement doit être muni de clapets anti-retour sous réserve que le profil en long du réseau d'assainissement ne soit pas incompatible avec la mise en place d'un tel dispositif.

Ces différentes prescriptions sont intégrées aux études de conception des ouvrages, et ne représentent pas des contraintes fortes pour le projet. Ces prescriptions seront bien respectées.

La ligne 15 Ouest respecte les prescriptions du Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI) des Hauts-de-Seine.

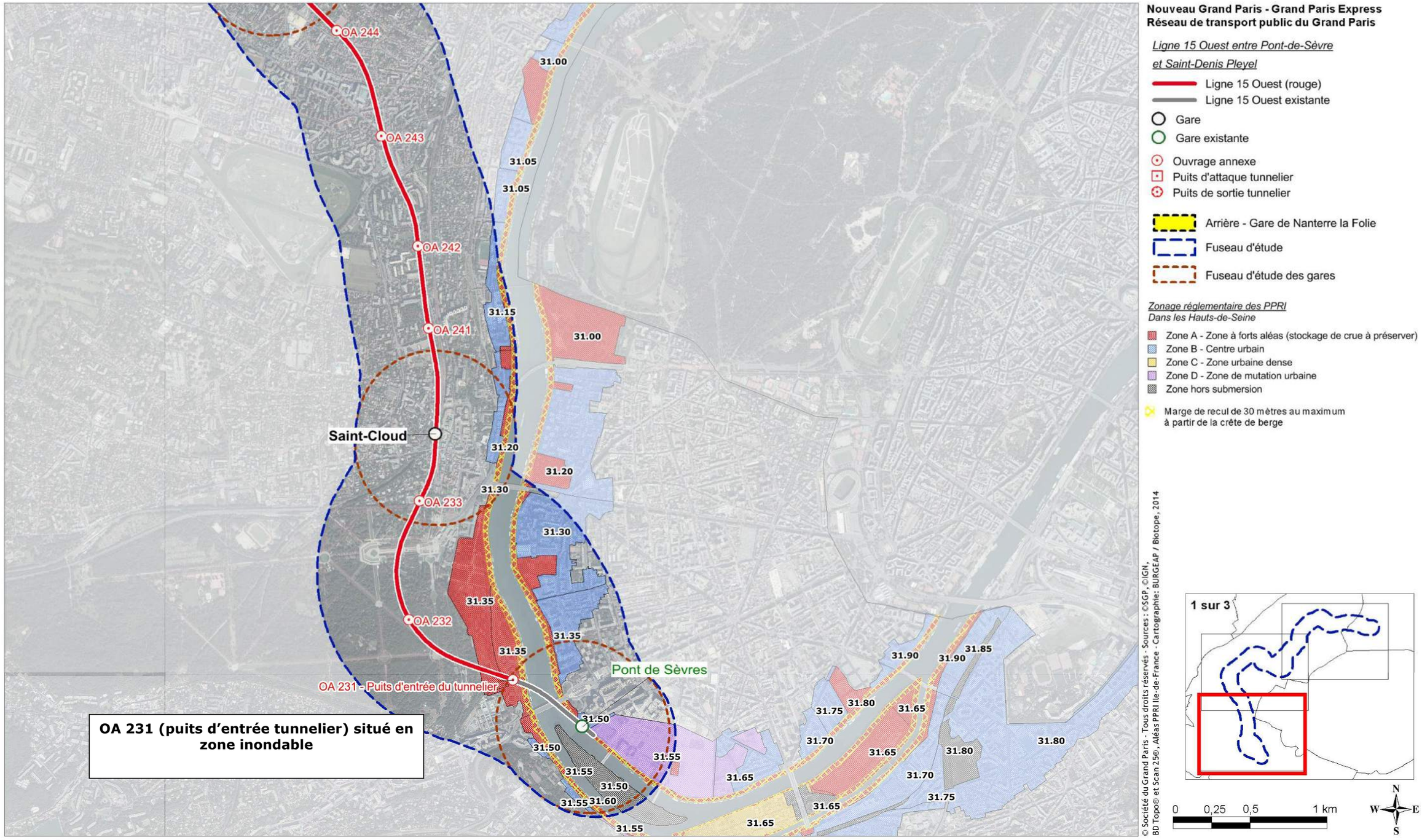
Règles liées à la réglementation sur l'eau :

Les ouvrages positionnés en zone inondable sont également concernés par le Code de l'Environnement (réglementation Eau) ayant pour objectif de garantir le bon écoulement des eaux, notion dénommée sous le terme de « transparence hydraulique » de l'aménagement situé en zone inondable. Les zones inondables sont définies au travers du Code de l'Environnement, et plus particulièrement de l'article R214-1 et suivants relatifs à la Loi sur l'Eau. La circulaire n°426 du 24 juillet 2002 relative au décret n°22°2-202 décrit la transparence hydraulique comme le fait de « *ne pas engendrer une augmentation de la ligne d'eau supérieure à la précision des modèles (1 cm en régime fluvial)* ». Il s'agit donc vis-à-vis de la réglementation « eau » de ne pas modifier de manière significative (au-delà de 1 cm) les hauteurs des écoulements en crue.

Ces éléments sont développés par la suite pour chacun des ouvrages concernés par le risque inondation.

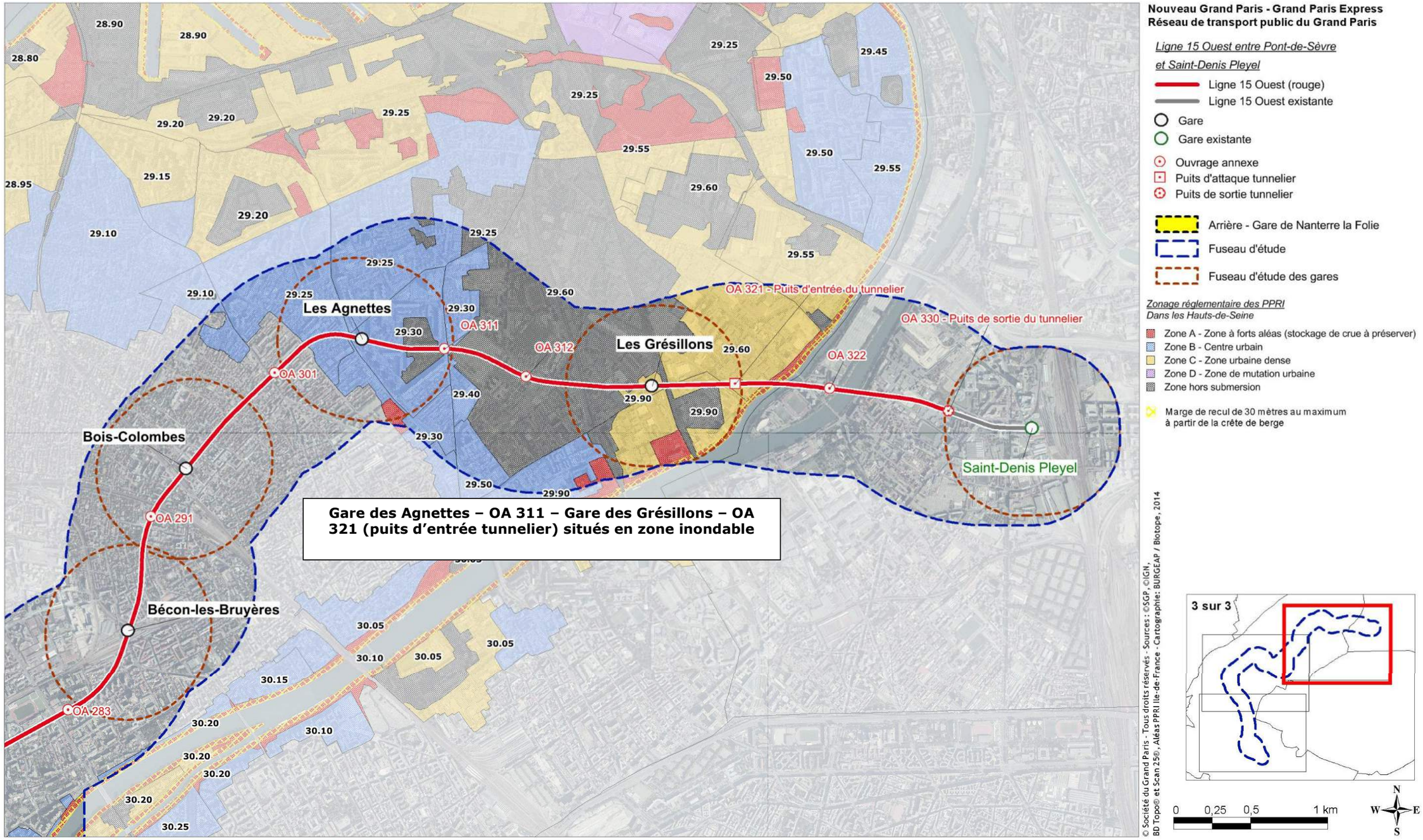
À ce stade des études techniques, il peut être considéré que le principe du projet de la ligne 15 Ouest est compatible avec la réglementation sur l'eau. Les éléments précis d'explication seront présentés de manière approfondie dans le cadre du dossier Loi sur l'eau qui sera élaboré dans les étapes ultérieures du projet.

Ouvrages inscrits en zonage PPRI – secteur Saint-Cloud



OA 231 (puits d'entrée tunnelier) situé en zone inondable

Ouvrages inscrits en zonage PPRI – secteur Gennevilliers



3.3.2.3 Impacts et mesures en phase chantier concernant le risque inondation

Prise en compte du volume d'expansion des crues : La phase chantier sera génératrice de zones de stockage et d'entreposage de matériaux, véhicules, installations de chantier,…, en zones inondables sur la durée du chantier.

Les superficies prises à la crue sont présentées ci-dessous :

- **Gare des Agnettes** : L'emprise chantier variera en fonction des déviations de circulation mais sera de l'ordre de 8 000m² (surface de gare comprise).
- **Gare des Grésillons** : L'emprise chantier variera en fonction des déviations de circulation mais sera de l'ordre de 16 000m² (surface de gare comprise).
- **OA 231, 311 et 321** : L'emprise chantier variera en fonction des déviations de circulation mais sera de l'ordre de :
    - 800 m² à 1 000 m² à minima pour les installations liées au creusement du puits,
    - Une emprise supplémentaire de l'ordre de 2 600m² et 4m de hauteur pour le stockage déporté des déblais au droit de l'OA 231 pour évacuation via les installations portuaires de l'Ile-de-Monsieur,
    - Une emprise supplémentaire de l'ordre de 3 000m² et 4m de hauteur pour le stockage déporté des déblais au droit de l'OA321 (installation des Caboeufs) pour évacuation via les installations portuaires situées à proximité en Seine.

De manière générale, les remblais temporaires positionnés sous la cote casier sur ces surfaces occuperont des volumes qui seront de fait perdus pour l'expansion des crues de la Seine.

L'impact de la phase chantier sur l'expansion des crues est potentiellement modéré à l'échelle de la parcelle ou de l'unité foncière et faible à nul à l'échelle du lit majeur de la Seine.

Mesures prévues pour maintenir l'expansion des crues :

- En phase d'études d'Avant-Projet, **estimation des volumes de remblais en zone inondable** et présentés dans le cadre des dossiers réalisés au titre de la loi sur l'eau ;
- **Évacuation rapide des matériaux liés aux phases de creusement** : évacuation par camions ou par barges fluviales selon les sites ;
- **Maintien du volume d'expansion des crues par la réalisation de différentes actions comme un léger abaissement du niveau du sol au niveau des bases chantier, ou par la rentrée d'eau dans les zones d'excavation selon les cas.** Les opérations retenues pour assurer le maintien de l'équilibre du volume d'expansion seront détaillées de manière approfondie dans le cadre du dossier Loi sur l'eau à venir. Néanmoins, au vu des volumes à compenser, cette étape n'entraine pas de fortes contraintes pour le projet.

Afin d'éviter les impacts négatifs liés à l'arrivée d'une crue sur les zones de chantier, d'autres mesures sont prévues. Il s'agit de :

- **Suivi des niveaux de la Seine et des annonces de crues :** en relation avec le service de prévision des crues de la DRIEE, et des préfectures.
- **Un plan de retrait anticipé** sera élaboré dans les phases ultérieures de conception de l'aménagement à ce sujet. Il visera à assurer l'évacuation des engins, et des produits les plus sensibles en dehors des zones inondables.

Atteinte à la transparence hydraulique :

Les opérations en phase chantier, au niveau des ouvrages considérés ci-dessus, peuvent modifier localement les conditions d'écoulement de la Seine lors des débordements du fleuve (hauteurs et vitesses de l'écoulement). Les modifications dépendront des caractéristiques précises des installations de chantier et zones de stockage (localisation, orientation vis-à-vis des écoulements débordants,…).

L'impact de la phase chantier sur la transparence hydraulique de la Ligne 15 Ouest est donc potentiellement modéré à l'échelle de la parcelle ou de l'unité foncière et faible à nul à l'échelle du lit majeur de la Seine. Si l'impact est difficilement quantifiable au stade des études DUP, il sera estimé précisément dans le cadre des études réglementaires au titre de la Loi sur l'Eau. **Néanmoins, au vu des emprises ponctuelles des ouvrages projetés, le projet n'est pas de nature à modifier de manière sensible l'écoulement des eaux en cas de crue.**

3.3.2.4 Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant le risque inondation

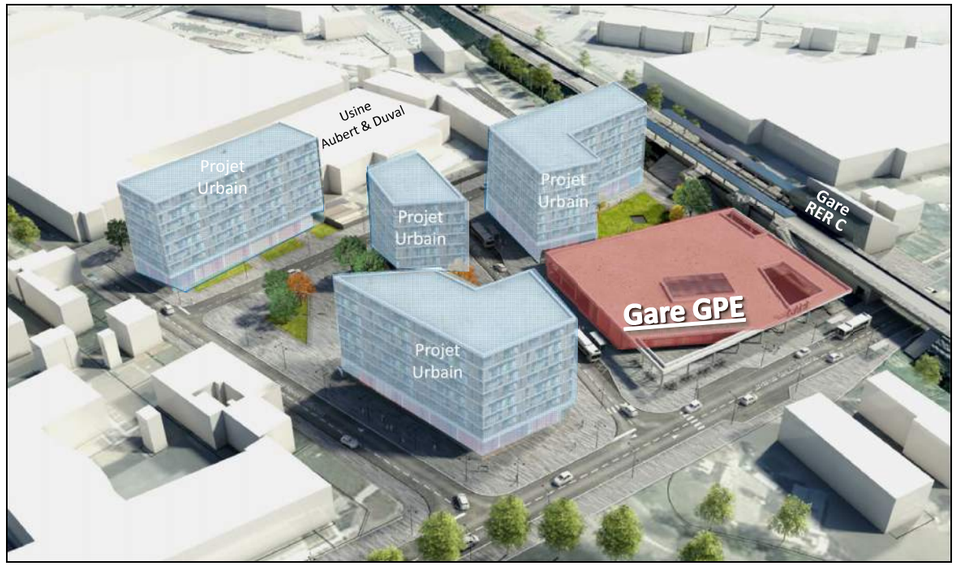
De manière analogue à l'analyse faite en phase chantier, les ouvrages considérés en phase d'exploitation correspondent aux gares des Agnettes et des Grésillons, et aux OA 231, 311 et 321.

Prise en compte du volume d'expansion des crues : Les caractéristiques d'aménagement des gares permettent d'établir les aspects suivants :

- **Gare des Agnettes** : L'aménagement de la gare se fera au niveau du terrain naturel actuel pour faciliter l'accès de la gare aux usagers en période normale. Cette disposition est compatible avec les prescriptions du PPRI en vigueur portant sur les infrastructures de transport. Néanmoins, des dispositifs amovibles sont prévus en cas d'annonce de crue pour éviter toute entrée d'eau dans le réseau.

Photomontage de la gare des Agnettes située au niveau du terrain naturel
(Photo présentée à titre indicatif, les projets urbains limitrophes ne sont pas représentés)

- **Gare des Grésillons** : L'aménagement de la gare se fera au niveau du terrain naturel actuel pour faciliter l'accès de la gare aux usagers en période normale. Cette disposition est compatible avec les prescriptions du PPRI en vigueur portant sur les infrastructures de transport. Néanmoins, des dispositifs amovibles sont prévus en cas d'annonce de crue pour éviter toute entrée d'eau dans le réseau.



Photomontage de la gare des Grésillons située au niveau du terrain naturel
(Photo présentée à titre indicatif)

- **Les ouvrages annexes suivants : OA 231, 311 et 321** : Les ouvrages seront localisés au niveau du terrain naturel ou en léger surélèvement. Ils ne représentent pas un enjeu sensible quant au maintien du volume d'expansion. Néanmoins, une compensation sera à assurer en application du PPRI.

Des dispositions spécifiques seront prévues au niveau des gares et des ouvrages annexes, afin que les eaux des crues ne puissent pas entrer dans l'infrastructure, et causer des dommages importants aux équipements, et permettre ainsi en cas de catastrophe la reprise rapide de l'exploitation du métro. **Les ouvrages émergents sont considérés comme non inondable.**

En conclusion, la prise en compte du volume d'expansion des crues concerne en premier lieu les deux gares de la ligne 15 Ouest citées précédemment. À ce titre, les volumes pris à la crue doivent être compensés, en application des dispositions du règlement du PPRI en vigueur.

Mesures prévues pour maintenir le volume d'expansion des crues :

- En phase d'études d'Avant-Projet, **estimation des volumes pris à la crue** et présentés dans le cadre des dossiers réalisés au titre de la loi sur l'eau ;
- **Maintien du volume d'expansion des crues** par la réalisation de différentes actions. Il pourra s'agir notamment de types d'opérations suivantes :
  - **Création de parkings souterrains inondables dans le respect des dispositions du PPRI**
  - **Un léger décaissement du niveau du terrain naturel pour offrir de nouvelles zones à l'expansion des eaux de crue. La baisse du niveau du sol de**

quelques centimètres peut représenter un volume important du fait des surfaces importantes disponibles. Cette solution possible au niveau du site des Caboeufs est d'autant plus intéressante que l'évacuation des terres pourra se faire par la plate-forme fluviale installée par le projet, et cela permettra d'assurer une première gestion de la pollution présente. Des études à venir permettront d'évaluer de manière plus précise, la faisabilité technique et financière de cette solution.

Atteinte à la transparence hydraulique :

La phase exploitation peut modifier localement les conditions d'écoulement de la Seine lors des débordements du fleuve (vitesses et hauteurs d'eau). La quantification de cette incidence sera menée dans le cadre des études réglementaires d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau post-DUP.

L'impact de la phase exploitation sur la transparence hydraulique est considéré comme non négligeable : potentiellement modéré à l'échelle de la parcelle ou de l'unité foncière et faible à nul à l'échelle du lit majeur de la Seine.

L'incidence des ouvrages annexes vis-à-vis des conditions d'écoulement en crues sera cependant faible à nul étant donné les faibles volumes occupés par ces ouvrages en zones inondables.

Dans le cadre des procédures au titre de la loi sur l'eau à venir, des modélisations hydrauliques seront réalisées et explicitées dans les dossiers correspondants.

3.3.3 Impacts et mesures en phase chantier concernant la gestion des eaux pluviales

3.3.3.1 Atteintes à la qualité des eaux superficielles : pollutions accidentelles en phase chantier

L'origine de la pollution accidentelle peut être une fuite d'huile sur un moteur de camion ou sur un engin de travaux publics, un déversement accidentel de fuel ou de tout autre produit dangereux.

Les conséquences d'un déversement sont plus ou moins graves selon la nature et la quantité de produits déversés ainsi que la ressource en eau susceptible d'être contaminée.

Deux modes de contaminations des milieux récepteurs (notamment des cours d'eau) sont possibles :

- Le ruissellement direct sur le sol vers le milieu récepteur ou le cours d'eau ;
- L'infiltration dans la nappe d'accompagnement et le transfert vers le réseau hydrographique superficiel.

L'ensemble des bases chantiers est concerné par une potentielle atteinte de la qualité des eaux superficielles même si les gares des Agnettes et des Grésillons, et les OA 231, 311 et 321 restent particulièrement sensibles, puisque situés en zones inondables et donc en lien hydraulique avec la Seine.

L'impact du projet en phase chantier sur la qualité des eaux superficielles lié à une pollution accidentelle est fort, notamment dans les zones situées en lit majeur de la Seine.

3.3.3.2 Atteinte à la qualité des eaux : mise en suspension de particules

En phase travaux, le transport de « fines » en période pluvieuse constitue un impact vis-à-vis de la qualité du milieu récepteur : les matières en suspension, renfermant potentiellement des substances polluantes, ont une incidence sur les zones localisées en aval de la zone de travaux.

Les zones de travaux situées à proximité de la Seine, dans son lit majeur, sont particulièrement concernées par ces incidences.

L'impact sur la qualité des eaux superficielles lié à la mise en suspension de particules lors de la phase de chantier est fort, notamment dans les zones situées en lit majeur de la Seine.

3.3.3.3 Modification des débits de ruissellement (sur les emprises chantier)

La définition des bases chantier est en cours d'étude. À ce stade et au vu des enjeux du territoire concerné, le projet peut entrainer des effets sur les débits de ruissellement, notamment lorsque des fortes pentes du terrain sont constatées.

Les impacts sont localement forts puisque les bases chantier :

- Peuvent représenter des superficies importantes (jusque 16 000 m² concernant la gare des Grésillons) avec des stockages de terres de déblais d'une emprise de 3 000 m² et 4 m de hauteur (OA 321).

- Sont implantés en lit majeur de la Seine concernant :

  - La gare des Agnettes,

  - La Gare des Grésillons,

  - Les OA 231, OA 311 et OA 321.

Les principales mesures mises en œuvre en phase chantier au stade d'avancement des études sont :

- **Études réglementaires : Dossier Loi sur l'Eau**

  La production des dossiers Loi sur l'Eau sera nécessaire au vu des enjeux hydrauliques et hydrogéologiques.

  Ces dossiers permettront notamment de définir la gestion des eaux pluviales à mettre en œuvre ainsi que les rétablissements des écoulements divers à entreprendre.

  Concernant la gestion des eaux pluviales, la rubrique de la nomenclature Loi sur l'Eau de l'article R214-1 du Code de l'Environnement concernée sera la rubrique 2.1.5.0 (rejets d'eau au milieu naturel ; rejets liés à la gestion des eaux pluviales sur des surfaces imperméabilisées).

  Les Dossiers Loi sur l'Eau formuleront l'ensemble des recommandations applicables en matière de gestion des impacts du projet (phase chantier et phase d'exploitation) sur l'état qualitatif et quantitatif de la ressource en eau. Ils seront réalisés au stade des études réglementaires d'autorisation, post-DUP.

- **Consultation des gestionnaires des réseaux humides (assainissement eaux usées et eaux pluviales)**

  Durant la phase chantier, les eaux pluviales et usées seront gérées selon les exigences des gestionnaires.

  La mise en œuvre de tout rejet dans un réseau existant nécessite l'accord préalable du gestionnaire dudit réseau.

  Cet accord permettra de définir les modalités de rejets au réseau afin que ce dernier puisse garantir le maintien de son efficacité (débits et volumes de rejets, qualité des eaux envoyées vers le réseau,…).

- **Mise en place d'ouvrages temporaires de collecte des eaux pluviales au niveau des bases chantier**

  Afin d'assurer des rejets d'eaux pluviales aux exutoires compatibles avec les objectifs de qualités définis, des ouvrages de collecte provisoires seront réalisés (exemples : fossés, bassins). Ils permettront entre autres de retenir au sein des ouvrages :

  - Les matières particulaires par décantation,

  - Les matières hydrocarbonées,

  - La pollution accidentelle.

  Le gestionnaire du chantier organisera la gestion des eaux pluviales dans le respect des règles en vigueur, qu'elles soient liées au SDAGE, SAGE, aux règlements locaux ou aux prescriptions locales de rejet des gestionnaires de réseau.

  Cette gestion consistera à collecter les eaux de ruissellement, à les traiter (traitement primaire) et à réguler le rejet en fonction de l'exutoire : débit de fuite des ouvrages, qualité des eaux vers l'exutoire, localisation du rejet.

- **Mise en place d'ouvrages définitifs de collecte des eaux pluviales**

  Les ouvrages définitifs de gestion des eaux pluviales, exigés en tant que mesure compensatoire dans ce dossier, et dans les dossiers Loi sur l'Eau, seront construits en phase chantier de manière à être opérationnels dès la mise en service des ouvrages auxquels ils sont associés.

  Les objectifs généraux de cette gestion consisteront à collecter les eaux de ruissellement, à les traiter (traitement primaire) et à réguler le rejet en fonction de l'exutoire : débit de fuite des ouvrages, qualité des eaux vers l'exutoire, localisation du rejet.

  La définition précise de ces ouvrages ne pourra être faite que dans les dossiers Loi sur l'Eau, sur la base d'éléments de conception des ouvrages de gestion.

- **Mise en place d'un Plan de Secours en cas de pollutions accidentelles ou d'incidents**

  Ce plan précisera, en fonction du type de pollution ou d'incident, la procédure de traitement à suivre (personnes et organismes à alerter, moyens disponibles sur le chantier pour le traitement d'urgence) pendant et après la crise.

  Par exemple, des kits d'intervention d'urgence seront mis à disposition des intervenants sur chantier par les entreprises, afin de permettre une intervention dans les meilleurs délais en cas de déversement de polluant identifié.

  Ainsi, les produits déversés accidentellement seront fixés, puis récupérés par décapage des sols. Les terres seront ensuite évacuées en centres de traitement agréés.

- **Entretien des engins sur des aires aménagées et système de stockage des produits polluants**

  Les activités de chantiers sont génératrices de polluants sur la Seine. En effet, les engins et véhicules circulant sur les bases chantier sont susceptibles de transporter des poussières et blocs de terres hors des emprises de chantier,

  Un entretien des engins sera donc mené systématiquement.

Il s'effectuera soit :

- Sur des surfaces étanches,
- Dans un espace confiné étanche ou comprenant un système permettant le traitement.

Le stockage des produits polluants s'effectuera à l'abri de la pluie et dans des conditions telles qu'ils ne pourront pas être lessivés et polluer le sol.

Mesures de suivi dans le temps

- **Contrôle de l'efficacité du chantier**

La principale mesure mise en œuvre consistera à contrôler les ouvrages de chantier ou le personnel évoluant sur site :

- Contrôle des ouvrages temporaires de gestion des eaux pluviales sur site afin de vérifier leur efficacité dans le temps. Ce contrôle permettra également de s'assurer que les ouvrages sont entretenus afin d'éviter leur colmatage au fil du chantier,
- Vérification de l'application des règles de chantier concernant le nettoyage des engins sur les sites prévus à cet effet,
- Formation si nécessaire du personnel à l'intervention rapide en cas de déversement accidentel : usage des fixateurs de pollutions, procédure d'alerte des services d'interventions,…

3.3.4 Impacts et mesures en phase exploitation concernant la gestion des eaux pluviales

3.3.4.1 Gestion continue des ouvrages d'assainissement pluvial

Le démarrage de la phase d'exploitation sera marqué par la mise en service de l'infrastructure. De fait, les ouvrages de gestion des eaux pluviales seront mis en service au même moment et donc considérés comme opérationnels. Les impacts en phase d'exploitation seront maîtrisés dès la phase chantier.

Les impacts seront donc, à ce stade, dus uniquement à une éventuelle mauvaise gestion ou un éventuel mauvais entretien des ouvrages d'assainissement.

Du fait de la prise en compte de la gestion des eaux en phase d'exploitation dès la réalisation du chantier, **les impacts sont considérés comme faibles à nuls car maîtrisés.**

3.3.4.2 Mesures d'accompagnement en phase d'exploitation

La principale mesure mise en œuvre en phase d'exploitation correspond à une mesure de suivi dans le temps :

- **Suivi de fonctionnement des ouvrages d'assainissement pluvial**

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales ne fonctionnent de façon pérenne que s'ils sont entretenus. Cela suppose :

- Le maintien fonctionnel des orifices d'évacuation,
- Le maintien du volume de stockage résultant du dimensionnement initial,
- Le maintien de la performance du traitement (décantation, déshuilage).

Cela passera donc par :

- Le nettoyage des grilles suivant le degré d'obstruction sur la base d'examens visuels réguliers,
- Le curage des zones de décantation. Cela consistera au retrait des matériaux décantés pour restaurer le volume initial et l'évacuation des produits dans une filière adaptée.

3.3.5 Impacts et mesures en phase chantier concernant l'alimentation en eau potable

3.3.5.1 Travaux au sein du périmètre de protection de la prise d'eau de Suresnes

Les travaux de réalisation de l'OA 231 (puis d'entrée du tunnelier) sont situés dans le périmètre de protection rapproché étendu de l'ouvrage de la prise d'eau en Seine (prise d'eau de Suresnes).

Le périmètre de protection de la prise d'eau est associé à un règlement prescrivant la nature des aménagements autorisés ainsi que les méthodes constructives permettant leur réalisation.

L'impact de la phase chantier est faible sur la prise d'eau superficielle.

3.3.5.2 Mesures d'accompagnement en phase chantier

Les principales mesures mises en œuvre en phase chantier au stade d'avancement des études sont :

Mesures d'évitement et de réduction

- **Respect des prescriptions de l'arrêté de DUP de la prise d'eau de Suresnes**

  Les prescriptions de l'arrêté interpréfectoral de DUP du captage en eau potable superficiel s'appliquant à la phase chantier sont les suivantes :

  - « Tout nouveau stockage de produits susceptibles de présenter un risque de pollution pour le milieu naturel, devra être pourvu d'un système de rétention au moins égal à 100% de la capacité de stockage »,

  - « Les nouveaux stockages d'hydrocarbures ou de produits chimiques ne relevant pas d'une réglementation particulière, dont le volume est supérieur à $5m^3$, devront être pourvus d'une cuve de rétention étanche ou d'installations de sécurité renforcées s'ils sont enterrés (double enveloppe sur les cuves et les canalisations).

A ce stade des études, les prescriptions du règlement associé aux périmètres de protection de la prise d'eau de Suresnes seront respectées.

3.3.6 Impacts et mesures en phase exploitation concernant l'alimentation en eau potable

L'ouvrage annexe OA 231 situé dans le périmètre de protection rapproché étendu du captage d'eau superficiel n'est pas incompatible avec le règlement du périmètre rapproché étendu de la prise d'eau en Seine.

De fait, l'impact de la phase exploitation est nul sur la ressource en eau potable superficielle.

3.3.7 Synthèse des impacts et mesures concernant l'hydrographie et le risque d'inondation

Impacts et mesures associées – hydrographie et risque d'inondation

<table>
<tr><th>Secteurs concernés</th><th>Niveau d'enjeu</th><th>Caractéristiques et niveau de l'impact</th><th>Mesures mises en œuvre</th></tr>
<tr><td rowspan="7">Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule</td><td rowspan="2">Fuseau d'étude inscrit en zones réglementées du PPRI dans le secteur de l'Ile de Monsieur</td><td><u>OA 231</u> (puits d'entrée du tunnelier) : Situé en zone rouge (zone A) du PPRI de la Seine dans les Hauts-de-Seine :

<u>En phase travaux :</u>

- Stockage temporaire de déblais liés au creusement

- Eaux de crues susceptibles d'entrer dans le tunnel

<u>En phase d'exploitation :</u>

- Pas d'impact sensible sur le volume d'expansion des crues

- Pas d'impact sur la transparence hydraulique</td><td rowspan="7"><u>PHASE CHANTIER</u>

<u>Mesures d'évitement et de réduction</u>

Études réglementaires : Dossier Loi sur l'Eau

Respect et intégration des préconisations des différents zonages du PPRI :

- Compensation des volumes d'expansion pris à la crue

- Maintien de la transparence hydraulique

Respect des prescriptions de l'arrêté de DUP de la prise d'eau de Suresnes

Consultation des gestionnaires des réseaux humides (assainissement eaux usées et eaux pluviales)

Mise en place d'ouvrages temporaires de collecte des eaux pluviales au niveau des bases chantier

Mise en place d'ouvrages définitifs de collecte des eaux pluviales

Mise en place d'un Plan de Secours en cas de pollutions accidentelles ou d'incidents

Entretien des engins sur des aires aménagées et système de stockage des produits polluants</td></tr>
<tr><td>Pas d'impact sur le reste de la section</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Fuseau d'étude inscrit au sein du périmètre de protection de la prise d'eau en Seine de Suresnes dans le secteur de l'Ile de Monsieur</td><td><u>OA 231</u> inclus dans le périmètre de protection rapproché étendu : impact faible en phase travaux</td></tr>
<tr><td>Pas d'impact sur le reste de la section</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Fuseau d'étude en bordure de Seine ; Vigilance à avoir quant à la qualité des eaux du cours d'eau</td><td><u>OA 231</u> : impact fort en phase travaux vis-à-vis du risque de pollution accidentelle, de la mise en suspension de particules, et lié au stockage temporaire de déblais liés au creusement.

Pas d'impact en phase d'exploitation sur ces sujets.</td></tr>
<tr><td>Pas d'impact sur le reste de la section</td></tr>
<tr><td>Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères</td><td>Pas d'enjeu sur la section, concernant les PPRI, les périmètres de protection de captage, et la qualité de la Seine.</td><td>Pas d'impact sur la section</td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td rowspan="4">Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis-Pleyel</td>
<td rowspan="2">Fuseau d'étude inscrit en zones réglementées du PPRI dans le secteur de Gennevilliers et de Saint-Ouen</td>
<td><u>Gare des Agnettes et gare des Grésillons situées en zone inondable :</u>

En phase travaux :

- Compensation des volumes pris à la crue liés à la construction

En phase d'exploitation :

- Compensation de l'émergence des gares à assurer et protection contre l'entrée d'eau dans l'infrastructure.</td>
<td rowspan="4"><u>PHASE EXPLOITATION</u>

<u>Mesures d'évitement et de réduction</u>

Mise en œuvre de dispositifs étanches d'obturation

Respect des prescriptions de l'arrêté de DUP de la prise d'eau de Suresnes

<u>Mesures de compensation</u>

Restitution des volumes pris à la crue dans les zones d'expansion

Restitution des surfaces prises à la crue dans les zones d'expansion (par tranches altimétriques)

<u>Mesures de suivi</u>

Suivi de fonctionnement des ouvrages d'assainissement pluvial</td>
</tr>
<tr>
<td><u>OA 311 et OA 321 (puits de départ tunnelier) au niveau du site des Caboeufs</u>

<u>En phase travaux :</u>

- Stockage temporaire de déblais liés au creusement

<u>En phase d'exploitation :</u>

- Pas d'impact sensible sur le volume d'expansion des crues

- Pas d'impact sur la transparence hydraulique</td>
</tr>
<tr>
<td rowspan="2">Fuseau d'étude traversant de la Seine à deux reprises ; Vigilance à avoir quant à la qualité des eaux du cours d'eau</td>
<td><u>Gare des Agnettes et des Grésillons, OA 311 et OA 321</u>

Impact fort en phase travaux vis-à-vis du risque de pollution accidentelle, de la mise en suspension de particules et de l'augmentation locale des débits de ruissellement en lit majeur de la Seine</td>
</tr>
<tr>
<td><u>Gare des Agnettes et des Grésillons, OA 311 et OA 321</u>

Impact faible en phase exploitation</td>
</tr>
<tr>
<td>Pas d'enjeu sur le reste de la section</td>
<td>Pas d'impact sur le reste de la section</td>
</tr>
</table>

<u>Légende :</u>

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.3.8 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant l'hydrographie et le risque d'inondation

3.3.8.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Coûts des mesures – Phase chantier

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Études réglementaires: Dossier Loi sur l'Eau	Intégré au coût des études ; dépendant des marchés contractés
Respect des préconisations des différents zonages PPRI	Intégré au coût des études et des travaux
Respect des prescriptions de l'arrêté de DUP de la prise d'eau de Suresnes	Intégré au coût des études et des travaux
Consultation des gestionnaires des réseaux humides (assainissement usé et pluvial)	Intégré au coût des études
Mise en place d'ouvrages de collecte temporaire au niveau des bases chantier (qui deviendront pour certains des ouvrages définitifs)	Bassin de décantation provisoire : 20 à 35 €HT par m² Fossé provisoire de collecte : 2 à 3 €HT par ml Imperméabilisation par géo-membrane : 8 à 10 €HT par m²
Mise en place d'ouvrages définitifs de collecte des eaux pluviales	À définir lors des études Post-DUP puisque dépendant de la gestion préconisée
Mise en place d'un Plan de Secours en cas de pollutions accidentelles ou d'incidents	Intégré au coût des travaux
Entretien des engins sur des aires aménagées et système de stockage des produits polluants	Intégré au coût des travaux
Suivi des niveaux de Seine	Intégré au coût des travaux

3.3.8.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Coûts des mesures d'évitement – Phase exploitation

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Mise en œuvre de dispositifs étanches d'obturation	Intégré à la conception du projet
Respect des prescriptions de l'arrêté de DUP de la prise d'eau de Suresnes	Intégré à l'exploitation de la Ligne
Restitution des volumes pris à la crue dans les zones d'expansion	Intégré à la conception du projet
Restitution des surfaces prises à la crue dans les zones d'expansion (par tranches altimétriques)	Intégré à la conception du projet
Suivi de fonctionnement des ouvrages d'assainissement pluvial	Intégré à l'exploitation de la Ligne

3.4 Pédologie

3.4.1 Impacts et mesures en phase chantier concernant la pédologie

3.4.1.1 Réduction du potentiel pédologique

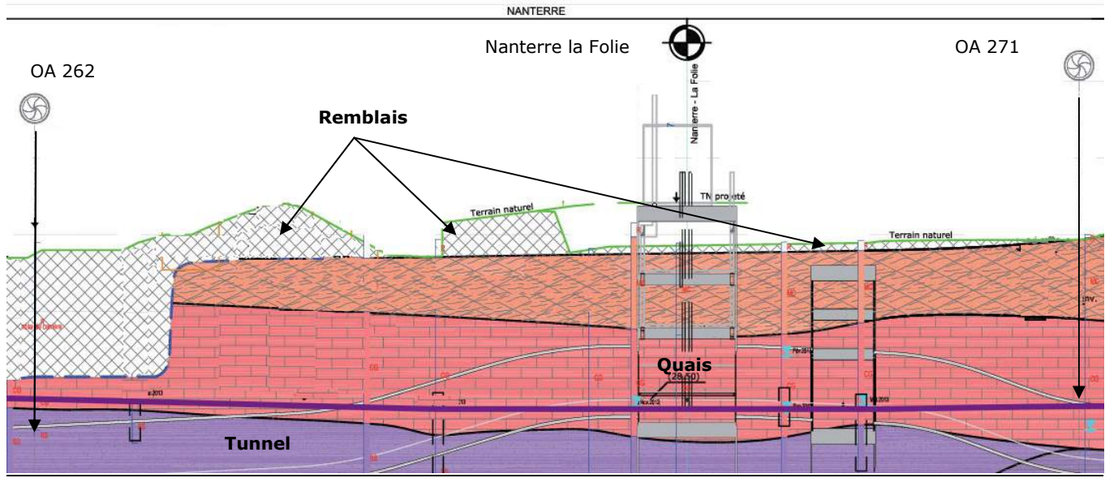
Les sols en place, qu'ils soient agricoles ou naturels, présentent des caractéristiques résultant d'une longue histoire faisant intervenir la roche substratum, les conditions climatiques et l'occupation du sol. Ce processus, pédologique, n'est ainsi pas réversible. En effet, un sol reconstitué n'a pas les mêmes caractéristiques qu'un sol en place depuis longtemps.

La réalisation de la Ligne 15 Ouest engendrera la destruction des sols en place aux endroits où le projet interfère avec la surface. L'impact sera donc direct.

Compte tenu de la nature quasi-intégralement souterraine de la Ligne 15 Ouest et du contexte pédologique à très faible enjeu, les impacts resteront cependant localisés.

Seules les constructions émergentes génèreront un impact :

- La gare de Nanterre La Folie, la zone de remisage en arrière gare, l'ouvrage de raccordement ainsi que les OA 262 et 271 sont les seuls constructions émergentes situées au niveau de l'unité pédologique 93. Toutefois, la carte pédologique INRA utilisée date de 1998 et ne reflète pas bien la couverture du sol actuelle. Ce secteur est déjà en partie urbanisé et poursuit son développement en accord avec les différents documents d'urbanisme en vigueur.



Zone de remblais aux abords de la gare Nanterre la Folie

L'impact est considéré comme nul au regard des caractéristiques actuelles et futures du site**.**

- Sur le reste du linéaire de la Ligne 15 Ouest, chaque gare occupera une surface au sol de plusieurs milliers de mètres-carrés. Or, ces gares s'insèreront au sein de zones urbaines où les sols sont fortement remaniés. **L'impact lié à l'implantation des gares est donc nul sur l'ensemble de ce linéaire.**

  Chaque puits ne nécessitera que quelques centaines de mètres-carrés d'emprise au sol. Les puits, à l'exception des OA 262 et 271 précités ainsi que du puits de sortie tunnelier de Nanterre la Folie, s'insèreront au sein de zone urbaine où les sols sont fortement remaniés et/ou le milieu naturel existant ne présente pas d'enjeu pédologique. L'impact sur la pédologie, lié à l'implantation des puits est nul pour l'ensemble de la ligne.

Nota : Les éléments fournis par les services de l'INRA n'indiquent aucun potentiel pédologique au niveau du Domaine National de Saint-Cloud. En l'absence de données complémentaires, qui ne pourraient être obtenues que par réalisation de mesures sur site, et bien que l'OA 232 s'inscrive au sein des milieux naturels du domaine nationale, l'impact sur ce critère est retenu comme nul. En effet, l'ouvrage admettra une emprise au sol très faible (de l'ordre de la centaine de mètres carré). Aussi, bien qu'impliquant la disparition d'une superficie de type « milieu naturel », les incidences ne seront pas à même de modifier le rôle pédologique (à démontrer) de l'ensemble du Domaine Nationale de Saint-Cloud.

À l'échelle de la Ligne 15 Ouest, l'impact est nul.

3.4.1.2 Mesures d'accompagnement en phase chantier

Aucune mesure d'accompagnement n'est mise en œuvre.

3.4.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant la pédologie

3.4.2.1 Impacts

La disparition des sols en place est un impact qui est permanent et survient en phase chantier. Aucun impact n'est identifié en phase exploitation.

3.4.2.2 Mesures d'accompagnement en phase exploitation

Aucune mesure d'accompagnement n'est nécessaire.

3.4.3 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant la pédologie

Impacts et mesures associées - pédologie

Secteurs concernés	*Niveau d'enjeu*	*Caractéristiques et niveau d'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Section Pont de Sèvres – Nanterre la Boule	Pas d'enjeu sur cette section	Pas d'impact sur les sections.	Néant
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	Enjeu non significatif au niveau de la gare Nanterre la Folie au vu du remaniement des sols par les opérations récentes d'aménagement.		
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	Pas d'enjeu sur cette section		

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.4.4 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant la pédologie

Aucune mesure n'est prévue en phase chantier ni en phase d'exploitation.

3.5 Géologie

3.5.1 Méthodologie retenue et maitrise des risques

La méthodologie mise en place pour l'élaboration de l'état initial est succinctement rappelée ci-après, et complétée afin de montrer le lien entre les études de conception et les mesures mises en place, mais également amendée des principes qui seront mis en place en phase travaux :

3.5.1.1 Rappel concernant des investigations géotechniques

Les investigations géotechniques entreprises dès la phase d'études préliminaires permettent donc :

- D'établir le modèle géologique du projet. Les investigations permettent tout au long du tracé de fournir la coupe géologique au droit de chaque sondage ; le travail de l'ingénieur géologue/géotechnicien a consisté à établir une coupe linéaire par corrélation entre ces points de sondages tout au long du tracé,

- D'établir une connaissance plus fine du contexte 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.

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 G2 phase avant-projet et G2 phase projet, qui permettront d'établir les documents précités. La Société du Grand Paris s'est de plus 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 un des axes de la maitrise des risques mise en place par la Société du Grand Paris.

3.5.1.2 Dispositions mises en place dès la 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 valide les hypothèses géotechniques, et dimensionne les ouvrages géotechniques. Le maître d'œuvre fournit 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 Maitrise 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 documents produits par les entreprises qui sont en outre déjà visés par le Maitre d'œuvre.

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 Maitrise des risques mise en place par la SGP. Toutefois, il n'est pas le seul, la Société du Grand Paris a également mis en place un conseil d'expertise et de conseil indépendant du projet, constitués d'experts reconnus dans le domaine de la géologie - hydrogéologie, de la géotechnique, des travaux souterrains, des travaux de confortements et traitements des terrains. Le but de ce comité est d'expertiser les études fournies par le Maitre d'œuvre avec un œil tout à fait indépendant.

Le rôle d'expertise et de conseil indépendant du « Comité des Travaux Souterrains »

Que ce soit dans le domaine du bâti ou de la géologie au sens large, la Société du Grand Paris a mis en place un système de double regard constitué de deux partenaires essentiels : les Assistants à Maitrise d'ouvrage (bâti et géotechnique) et le Maitre d'œuvre.
Le but de cette méthode est de partager les dossiers de données d'entrée définissant les paramètres techniques à retenir dans le cadre des études de Maitrise d'œuvre. Ce double regard est la première étape dans la maitrise des risques.

La Société du Grand Paris dans un souci de transparence et de volonté de maitriser les risques a également choisi de s'adjoindre 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.

Ce « troisième regard » indépendant, est un gage de la volonté de la Société du Grand Paris de maitriser les risques.

3.5.2 Rappel des principales caractéristiques géologiques et enjeux identifiés

En premier lieu, la Ligne 15 Ouest étant implantée dans le milieu souterrain pour l'intégralité de son linéaire, elle est donc soumise aux contraintes spécifiques qui sont liées à la nature des formations géologiques traversées.

D'une manière générale, la ligne 15 Ouest s'inscrit dans des terrains d'origine sédimentaire dont les principaux faciès représentés sont :

- les sables, plus ou moins grossiers ou argileux (Sables de Beauchamp, Sables d'Auteuil…),
- l'argile, pure ou sous forme marneuse (Argile Plastique, Marne de Meudon…),
- le calcaire, sous forme de craie pour les formations du Crétacé, ou massif et plus ou moins grossier (Calcaires de Saint Ouen, Calcaires Grossiers…) ou encore gréseux. Chacun de ces faciès pouvant acquérir un caractère local leur du dépôt (passages plus argileux que d'autres) et au cours du temps (passages plus altérés/karstifiés que d'autres).

Ces formations se sont déposées de manière relativement homogène. Aucune faille ou accident tectonique majeur n'est indiqué sur la carte géologique du BRGM. Cette structure s'apparente à une « cuvette » dont le point de convergence est situé au niveau de la gare Les Grésillons.

Seul un secteur reconnu lors de la mission présente les caractéristiques potentielles d'une zone remaniée. Il se situe peu après la gare des Grésillons, où la succession des couches parait très perturbée sur les 60 premiers mètres. Les terrains sont remaniés, friables, parfois mélangés. Des traces de gypse ont été identifiées dans presque tous les horizons. La couche de Sables de Beauchamp y est plus épaisse que la normale (18 m) et renferme des vides. Cette zone présente donc plusieurs indices qui semblent témoigner d'un remaniement assez important des couches. Ce secteur doit faire l'objet d'une investigation précise lors de la mission G2.

Une seconde caractéristique du secteur d'étude, issue de l'analyse des données géotechniques, montre que le projet sera confronté à des changements fréquents du type de terrain aux propriétés géotechniques et hydrodynamiques différentes.

Par exemple, au niveau de la gare de Saint Cloud, le tunnel recoupe successivement, sur moins d'un kilomètre : la Craie, les Calcaires et Marnes de Meudon, les séries argilo-sableuses de l'Yprésien et le Calcaire Grossier. Cette variabilité constitue une contrainte pour le mode de construction, et donc, pour le choix du tunnelier.

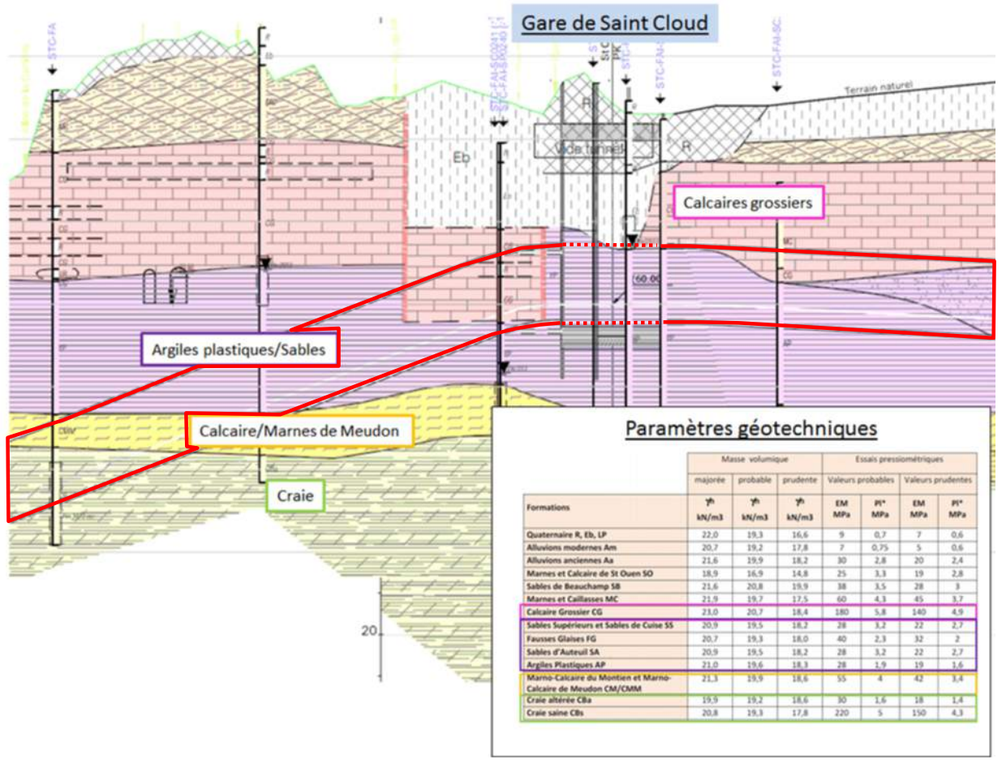


Illustration de la variabilité géologique des terrains traversés dans le secteur de Saint-Cloud (en rouge : section de tunnel creusé au tunnelier)

Une troisième caractéristique importante a été relevée lors des premières investigations. Il s'agit de la présence d'anciennes carrières souterraines (au niveau de Saint Cloud principalement) ou à ciel ouvert (secteur de Nanterre et Saint Ouen). Cela aura une incidence importante pour le passage du tunnelier dans les zones de carrières. Par ailleurs, ces secteurs font également l'objet d'une réglementation spécifique pour les projets de construction.

Enfin, les autres points relevés lors de la phase précédente et qui nécessiteront potentiellement des mesures particulières lors des travaux sont les suivants :

- La **présence de zones d'éboulis et remblais**. Ces terrains de nature hétérogène et variable ont des caractéristiques mécaniques variables. De plus les remblais peuvent être contaminés ;

- La **présence de gypse**. Ce tronçon ne recoupe pas de couche continue à forte teneur en gypse. Du gypse est présent localement et souvent en petite quantité. L'essentiel des passages gypseux se concentre sur la partie nord-est du tronçon ;

- La **présence de vides** (karsts, carrières…). Des vides ont été rencontrés dans plusieurs sondages. Cette observation concerne notamment la section de tunnel creusée par le tunnelier et va avoir une influence sur la conception de cette machine (équipement du tunnelier pour la réalisation des reconnaissances à l'avancement et le traitement du terrain à partir de la machine, installation des équipements de reconnaissances géophysiques continues à l'avancement etc.).

En conclusion, les risques géologiques rencontrés au niveau de la Ligne 15 Ouest peuvent être regroupés sous trois types :

- **Effondrement**. Ce risque est associé à la présence de cavités naturelles (phénomène de karstification ou dissolution du gypse) ou artificielles (anciennes carrières) ou à la déstabilisation de terrains meubles. Ce risque a pour conséquence un rééquilibrage des terrains sous l'effet des forces gravitaires qui peut entrainer une évolution plus ou moins importante de la topographie en surface. L'impact en zone fortement urbanisée peut être très important ;

- **Mouvement et glissement de terrain.** Ce risque est associé à l'existence de zones non compactées, souvent hétérogènes et pouvant être mobilisées de manière gravitaire, en particulier si les pentes sont importantes. Les zones fragilisées peuvent être déstabilisées facilement en cas de perturbation extérieure (vibrations…) ou sous l'influence de l'eau (saturation des terrains en eau) ;

- **Retrait gonflement des argiles**. Le retrait-gonflement des argiles est un phénomène à l'origine de mouvements de terrain lents et continus. Il correspond aux gonflements et tassements entraînés par les variations de la quantité d'eau dans certaines formations argileuses sub-afffleurantes. Ces déformations sont susceptibles d'entraîner des dégâts sur les constructions en surface.

3.5.3 Choix du type de tunnelier

Une des fonctions principales du tunnelier est d'assurer la stabilité du front de forage. La maîtrise du confinement du front sera essentielle afin de limiter au maximum les tassements et de réduire ainsi les désordres en surface. Le mode de confinement le plus adapté dépend d'un grand nombre de facteurs, notamment les conditions de terrains, les contraintes de tracé ainsi que les constructions et réseaux existants.

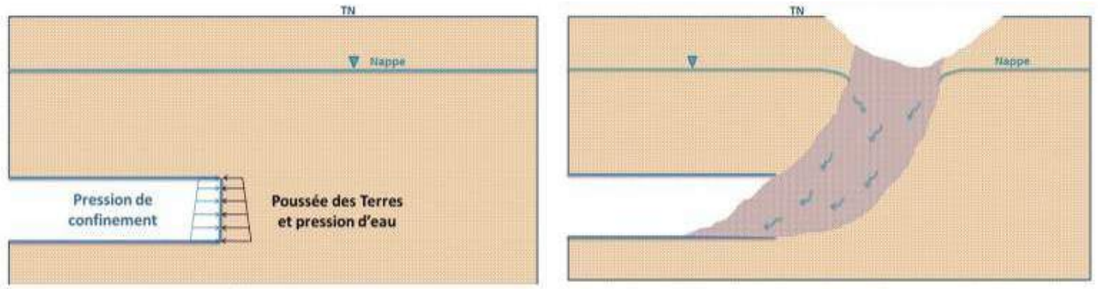


Schéma conceptuel d'une chambre de confinement (à gauche) et de l'absence de confinement (à droite) (Source : Société du grand Paris)

Étant donné le découpage du tronçon en trois sections, le contexte géologique et hydrogéologique ainsi que l'environnement urbain et les contraintes du chantier sont spécifiques pour chaque tunnelier. La pertinence du mode de confinement a été analysée pour chaque secteur en tenant compte des caractéristiques déterminantes locales (type de terrain, présence de cavité, nappe…) pour obtenir le meilleur indice de performance possible. Cette analyse est basée sur les données disponibles et les résultats des mesures d'investigation de la mission géotechnique G1.

Il faut cependant mentionner que les résultats de la campagne de reconnaissance G1 montrent qu'en plus du caractère lithologique des terrains traversés, au moins deux autres facteurs pourraient être déterminants pour le choix final du type de tunnelier :

- **La présence des vides (carrières, dissolution de gypse, karstification)** : Des vides ont été rencontrés dans plusieurs sondages. Cette observation concerne notamment la section de tunnel creusée par le tunnelier entre Pont de Sèvres et La Défense, et va avoir une influence sur la conception de cette machine (équipement du tunnelier pour la réalisation des reconnaissances à l'avancement et le traitement du terrain à partir de la machine, installation des équipements de reconnaissances géophysiques continues à l'avancement…),

- **La présence de bancs ou nodules durs (silex, bancs de calcaire silicifiés)** : La présence de bancs ou nodules durs peut avoir une influence sur la conception des tunneliers.

D'autres paramètres sont également à prendre en considération pour le choix définitif du mode de confinement à retenir :

- La perméabilité des terrains et les charges hydrauliques. Aucun essai de perméabilité n'a été réalisé dans le cadre des reconnaissances G11. Une bonne connaissance des perméabilités des terrains est essentielle afin d'évaluer les venues et la pression d'eau qui peuvent être attendues au front. Elles peuvent avoir une influence importante sur le mode de confinement à retenir. L'analyse des résultats du suivi des piézomètres devra permettre d'estimer les charges hydrauliques à équilibrer avec le tunnelier,

- La pression de confinement maximale nécessaire afin de garantir la stabilité du tunnel et des déplacements acceptables devra être évaluée. Celle-ci peut donner des indications sur le mode de confinement à retenir notamment en termes de risques,

- Les emprises de chantiers disponibles,

- La stratégie de gestion des déblais.

Les résultats de la campagne de reconnaissance G2 permettront de lever un certain nombre d'incertitudes qui persistent à ce stade des études, et d'approfondir cette analyse.

3.5.4 Impacts et mesures en phase chantier et en phase d'exploitation concernant les anciennes carrières

3.5.4.1 Rappel des enjeux généraux liés à la présence d'anciennes carrières

Les carrières à proximité du projet se divisent en deux principales familles :

- les **carrières à ciel ouvert**, remblayées après leur exploitation par du tout-venant,

- les **carrières souterraines,** remblayées ou non, avec plusieurs techniques de confortement possibles :

    - Piliers à bras (poteaux montés pour soutenir le ciel de carrière),

    - Par hagues et bourrages : réalisation de murs de pierres sèches (hagues) retenant les déchets non utilisés de l'exploitation de la carrière (bourrages).

Le calcaire grossier a été exploité dans d'anciennes carrières souterraines dont les galeries peuvent être nombreuses et parfois étendues sur plusieurs étages.

Ces carrières ont potentiellement eu des évolutions variées :

- Comblement total ou partiel avec des matériaux divers : certaines galeries ont servi de décharge et présentent des matériaux pollués,

- Restauration patrimoniale,

- Abandon et action de l'érosion de l'eau.

Ces confortements quels qu'ils soient, et quelle que soit la qualité de réalisation, laissent des vides. Un traitement est donc à prévoir pour les zones concernées par le passage du tunnelier ou par la réalisation d'un puits.

Ces zones sont également soumises à des prescriptions réglementaires particulières qui s'appliquent à tout projet de construction.

3.5.4.2 Enjeux d'un projet de type métro souterrain liés à la présence de carrières

Dès la fin de l'exploitation des carrières, les vides laissés suite à cette exploitation et malgré les travaux de comblement peuvent entraîner des mouvements verticaux pouvant créer des cloches de décompressions dans les terrains sus-jacents, voire dans le cas extrême la formation de fontis (effondrement remontant en surface) :

- **Les carrières à ciel ouvert** sont souvent remblayées par des matériaux de mauvaise qualité et présentent donc l'inconvénient de constituer des terrains médiocres, sous-consolidés pour la réalisation d'un projet de type métro souterrain. D'une part, la traversée de ces terrains meubles peut perturber le bon avancement du tunnelier. D'autre part, le passage du tunnelier dans des terrains sous-consolidés peut engendrer des tassements en

surface difficilement compatibles avec le bâti de surface. L'enjeu est donc d'autant plus fort en présence de bâtis denses ou d'ouvrages particuliers.

- **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.

Ces désordres sont potentiellement importants et concernent la déstabilisation des sols et donc des impacts sur les bâtis et réseaux existants dans les secteurs à risque.

L'impact est fort en phase travaux et nul en phase exploitation car l'impact aura été maîtrisé préalablement en phase chantier.

3.5.4.3 Rappel des secteurs concernés par les anciennes carrières

Selon les données de l'IGC, issues des investigations réalisés par la Société du Grand Paris et recueillies au sein des dossiers communaux, et les PPRn (Plan de Prévention Risque Naturel) existants sur les communes trois secteurs ont pu être identifiés sur la Ligne 15 Ouest :

- sur le secteur entre Saint-Cloud et Rueil-Malmaison : présence d'anciennes carrières au droit de la gare de Saint-Cloud, de l'OA233 et le long du tracé du tunnel autour de ces ouvrages et au Sud de la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » à proximité du SIAAP ;

- sur le secteur de Nanterre La Boule : présence d'anciennes carrières aux abords de la gare Nanterre La Boule ;

- sur le secteur de Saint-Ouen : le tunnel est seul concerné, il recoupe présence d'anciennes carrières à proximité de la gare Saint-Denis Pleyel.

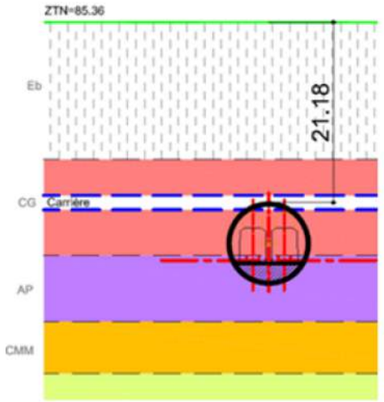
<u>Secteur de Saint-Cloud à Rueil-Malmaison</u>

Les carrières souterraines concernent principalement la **gare de Saint Cloud et le tunnel. <u>Il s'agit de la zone la plus sensible du linéaire</u>**, qui se distingue suivant deux secteurs sensibles :

- <u>Au niveau de la gare de Saint Cloud</u> : le tunnelier franchit cette zone en approche de la gare. Les reconnaissances menées lors de la mission géotechnique G1 ont rencontré des vides d'une hauteur de 1.5 à 2m. Les informations disponibles auprès de l'IGC datent de 1873. Elles sont antérieures à la réalisation du second tunnel de Saint-Cloud (Ligne Transilien). De fait, aucune information sur les comblements et travaux effectués à cette période dans les carrières n'est donc disponible.

- <u>Au Sud de la gare Rueil-Suresnes « Mont-Valérien »)</u> : le tunnelier franchit une zone d'anciennes carrières souterraines partiellement comblées.

Les deux secteurs identifiés sur la coupe géologique longitudinale de la ligne sont localisés ci-dessous en plan.



Carrière identifiée à proximité du SIAAP

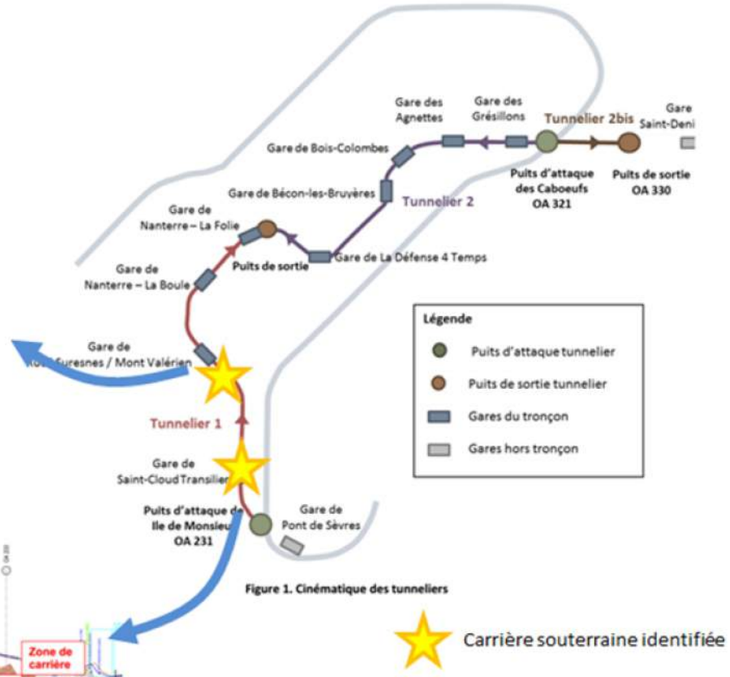
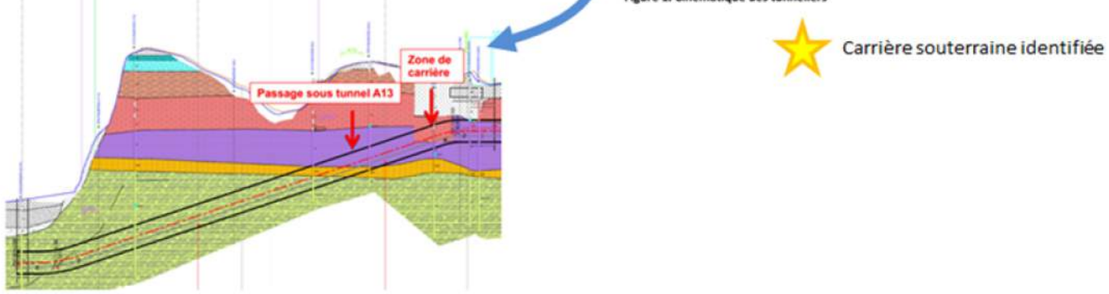


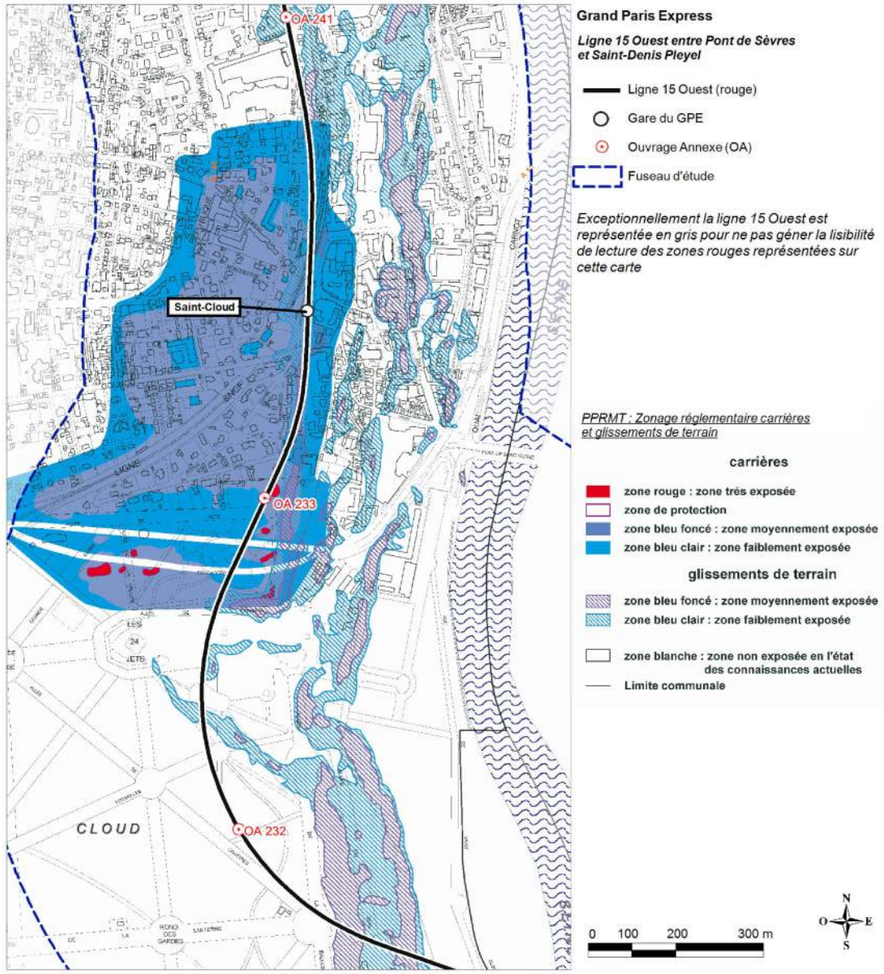
Figure 1. Cinématique des tunneliers



Carrière identifiée et supposée dans le tracé prévisionnel du tunnel et de la gare de Saint Cloud

Zone sensible dans le secteur de Saint-Cloud

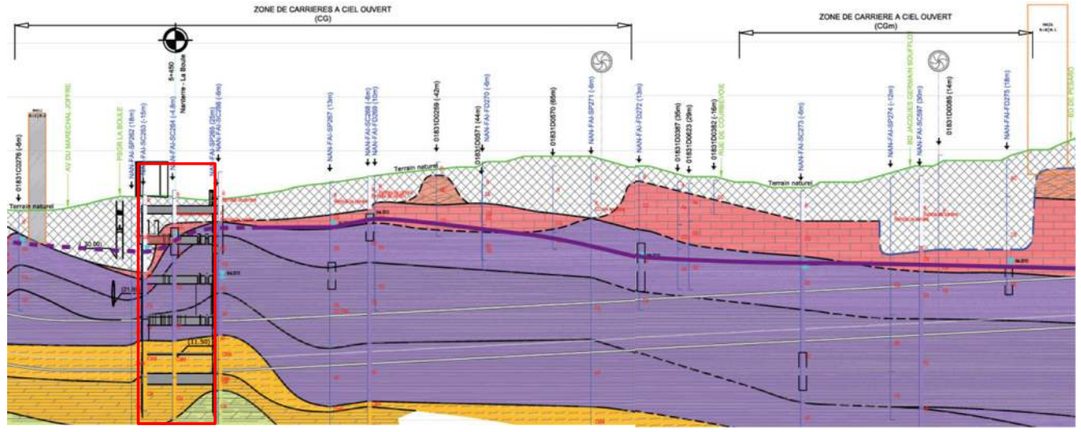
Par ailleurs, la commune de Saint-Cloud dispose d'un PPRn spécifique aux Mouvements de Terrain liés à la présence d'anciennes carrières (souterraines et à ciel ouvert) et à l'instabilité des terrains (glissement de terrain). Comme indiqué sur la figure ci-dessous, la gare de Saint-Cloud, l'OA233 et le tunnel entre cet OA et 300 m au Nord de la gare de Saint-Cloud sont situés dans l'emprise de ce PPRMT.



Confrontation des éléments de projet aux différents zonages réglementaires du PPRn – Mouvement de terrain de Saint-Cloud

Secteur de Nanterre la Boule

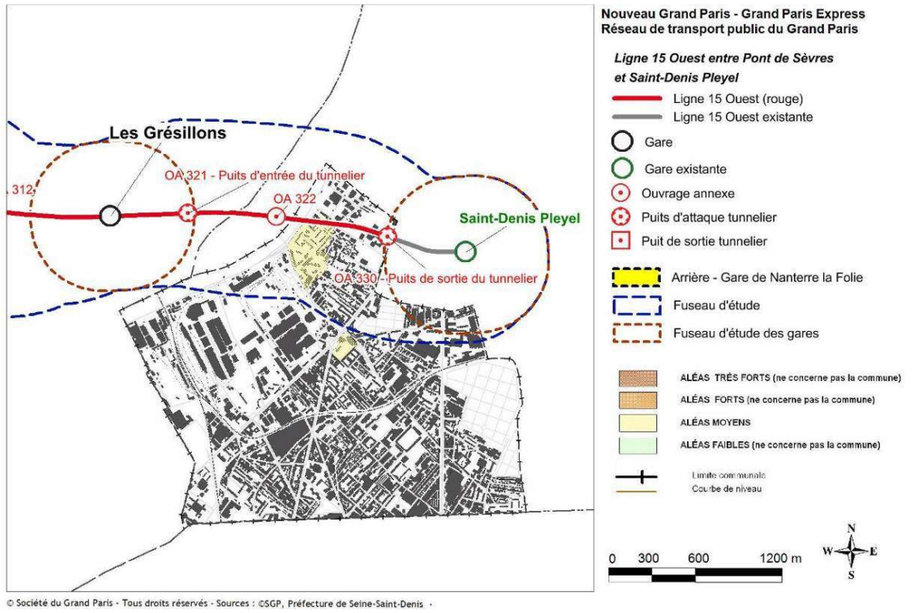
Les carrières à ciel ouvert (remblayées) concernent principalement les abords de **la gare de Nanterre la Boule**.



Secteur concerné par les carrières à ciel ouvert au niveau de Nanterre la Boule (en rouge, gare de Nanterre la Boule)

Secteur de Saint-Ouen

Le PPRn Mouvement de terrain est en cours d'élaboration sur cette commune. Néanmoins, la cartographie dispose à ce jour identifie une carrière de faible superficie est référencée au sein du projet. Cette zone ne concerne que le tunnel entre l'OA322 et la gare Saint-Denis Pleyel comme indiqué ci-dessous.



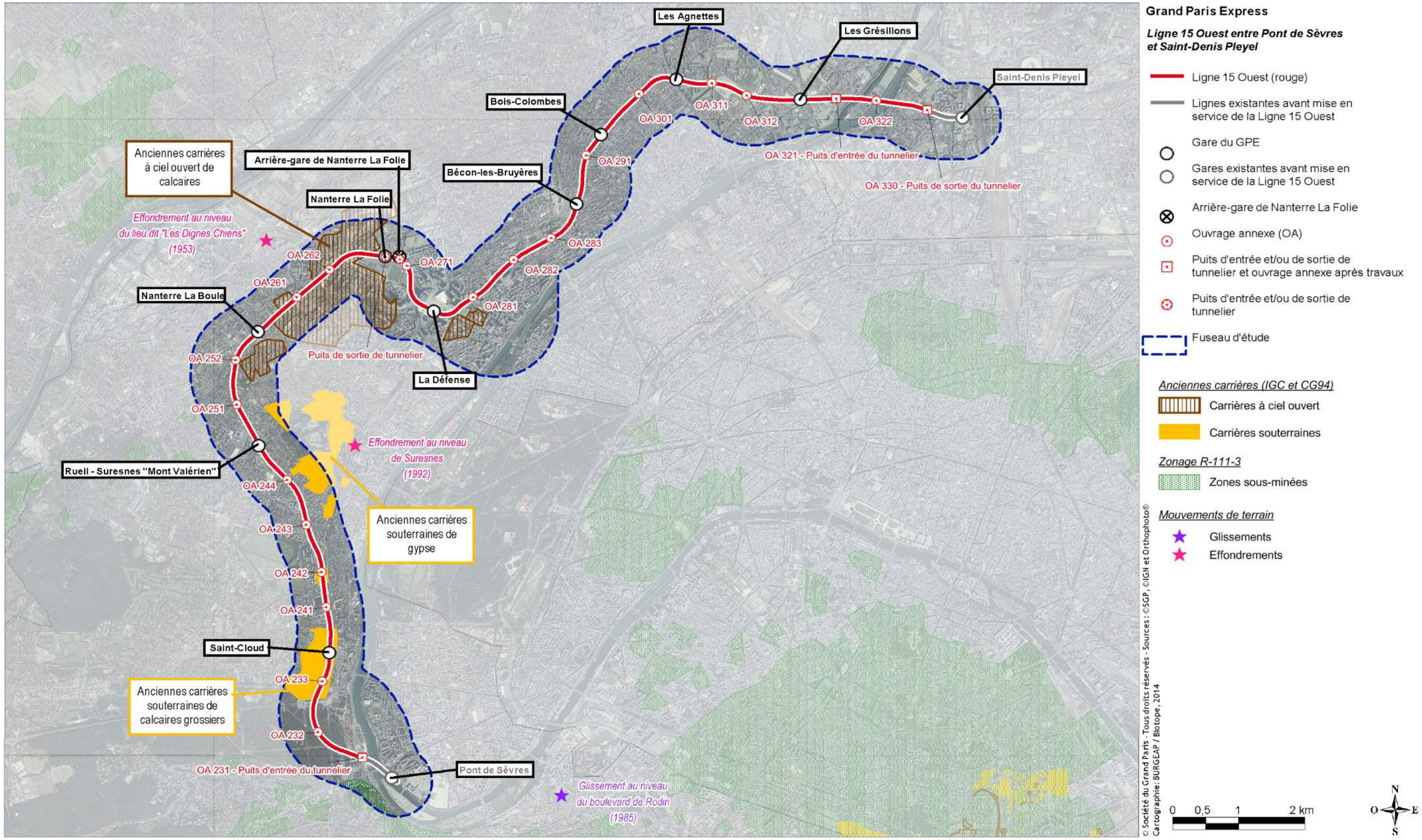
Aléas de présence de carrières au niveau de Saint-Ouen

En conclusion, on retiendra 3 secteurs dans lesquels la présence d'anciennes carrières est recensée :

- sur le secteur entre Saint-Cloud et Rueil-Malmaison : présence d'anciennes carrières au droit de la gare de Saint-Cloud, de l'OA233 et le long du tracé du tunnel autour de ces ouvrages et au Sud de la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » à proximité du SIAAP ;
- sur le secteur de Nanterre La Boule : présence d'anciennes carrières aux abords de la gare Nanterre La Boule ;
- sur le secteur de Saint-Ouen : le tunnel est seul concerné, il recoupe présence d'anciennes carrières à proximité de la gare Saint-Denis Pleyel.

Cette situation induit des contraintes réglementaires et constructives vis-à-vis de ces ouvrages (cf. paragraphes suivants).

Zones d'anciennes carrières et de mouvement de terrain



3.5.4.4 Prescriptions et règles liées aux anciennes carrières ; impacts sur des ouvrages spécifiques

Des prescriptions réglementaires s'appliquent pour les ouvrages constituant la ligne situés dans l'emprise, soit d'une ancienne carrière, soit d'un PPRn.

Anciennes carrières : arrêté du 26 Janvier 1966

Lorsque les projets de construction rencontrent d'anciennes carrières, il existe des prescriptions réglementaires en application de l'Arrêté du 26 janvier 1966, relatif aux anciennes carrières de Paris (retranscrit en R.111-3 du Code de l'Urbanisme au PLU) et de l'ancien département de la Seine – Permis de Construire – Mesures de Sécurité.

L'Arrêté stipule que dans ces zones d'anciennes carrières, **« les projets de constructions doivent faire l'objet d'un examen de la part du service de l'Inspection Générale des Carrières lors des dépôts des permis de construire »**.

Cette règle sera prise en compte pour les ouvrages concernés : tunnel à proximité de la gare de Saint Cloud, au Sud de la gare Rueil-Malmaison « Mont Valérien », abords de la gare Nanterre La Boule.

Règlement associé au projet de PPRn – Mouvement de terrain de Saint-Ouen

Le PPRn est en cours d'élaboration. Aucun règlement et aucun zonage réglementaire n'est aujourd'hui approuvé sur le territoire de Saint-Ouen. Il n'est donc pas à prendre en compte pour le tunnel entre l'OA322 et la gare Saint-Denis Pleyel.

Règlement associé au PPRn – Mouvement de terrain de Saint-Cloud

La commune de Saint-Cloud dispose d'un PPRn (Plan de Prévention du Risque naturel) spécifique aux Mouvements de Terrain liés à la présence d'anciennes carrières (souterraines et à ciel ouvert) et à l'instabilité des terrains (glissement de terrain).

Lorsqu'un PPRn – Mouvement de Terrain est approuvé, comme c'est le cas pour la commune de Saint Cloud, des « **prescriptions obligatoires s'imposent à toutes les constructions, installations, ouvrages, aménagements et activités existants à la date d'approbation du PPRn – Mouvement de Terrain** ». Les prescriptions diffèrent suivant l'exposition du projet à un zonage particulier du PPRn – Mouvement de Terrain.

Comme indiqué précédemment, la gare de Saint-Cloud, l'OA233 et le tunnel entre cet OA et 300 m au Nord de la gare de Saint-Cloud sont situés dans l'emprise de ce PPRMT. Ils sont donc soumis aux prescriptions associées détaillées dans le tableau suivant.

Réglementation applicable en respect du PPRn – Aspects carrières souterraines

Zones	Réglementation applicable	Ouvrages du projet concerné
Zone rouge très exposée Elle correspond à l'aléa très fort relatif aux carrières où les constructions sont interdites sauf cas particulier	Sont autorisés, à condition qu'ils n'aggravent pas l'exposition aux risques, **les travaux d'infrastructure absolument nécessaire au fonctionnement des services publics**, y compris la pose de lignes et de câbles sous réserve que le Maître d'Ouvrage prenne les dispositions appropriées aux risques créés par ces travaux et en avertisse le public par une signalisation efficace.	- Tunnel de la Ligne 15 Ouest
Zone bleu foncé moyennement exposée Elle est soumise à des prescriptions obligatoires pour les biens et activités futurs	Les dispositions constructives **doivent être obligatoirement définies à partir d'une étude géotechnique comprenant une reconnaissance du sous-sol (sondages)**. Cette étude géotechnique doit prendre en compte la norme NF P 94-500, les notices techniques de l'Inspection générale des carrières et elle peut imposer, lorsque nécessaire, une mission complémentaire de suivi de chantier réalisée par le géotechnicien, par référence à la norme NF P 94-500. En fonction du type de risque défini, carrière ou glissement de terrain, l'étude doit porter sur : - La détection des vides résiduels sur l'ensemble de la parcelle ou tout au moins sur la surface au sol du projet, augmentée à sa périphérie, de celle de la zone de protection adoptée pour le site (si le terrain est situé dans le zonage réglementaire carrières), - La définition, le cas échéant, des dispositions constructives visant à stabiliser le sous-sol et à assurer la stabilité définitive de la construction vis à vis des mouvements de terrain (si le terrain est situé dans le zonage réglementaire « glissement »). L'étude devra également déterminer les dispositions à retenir lors des phases travaux. - La détermination du mode de fondations adapté aux caractéristiques mécaniques des terrains sollicités par le projet.	- Tunnel de la Ligne 15 Ouest - Gare de Saint-Cloud, - OA 233
Zone bleu clair faiblement exposée Elle correspond aux aléas modérés et faibles. Elle est soumise à des recommandations - étude géotechnique incluant une reconnaissance du sous-sol - pour les biens et activités futures, exceptée pour des ERP ou des installations classées pour lesquels la réalisation de cette étude est obligatoire	Toute occupation ou utilisation du sol, en particulier tout projet de construction y compris l'extension, modification ou changement de destination de bâti existant, doit faire l'objet de dispositions techniques permettant de garantir sa stabilité. Le règlement recommande une étude géotechnique incluant une reconnaissance du sous-sol. Dans le cadre d'ERP (Établissements Recevant du Public) ou d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, le présent règlement impose la réalisation préalable d'une étude géotechnique.	- Tunnel de la Ligne 15 Ouest

Zones	Réglementation applicable	Ouvrages du projet concerné
Une **zone blanche** Elle est jugée sans risques par rapport à la nature du sous-sol en l'état des connaissances acquises à ce jour, et il n'y est prescrit aucune mesure particulière	Aucune mesure réglementaire spécifique n'est applicable en zone blanche du PPRn – Mouvement de Terrain	- Tunnel de la Ligne 15 Ouest - OA 232, OA 241

Tableau des mesures obligatoires de préventions, protection et sauvegarde inscrites au sein du PPRn – Mouvement de terrain

		Zonage réglementaire		
		Rouge	Bleu foncé	Bleu clair
		Zone très exposée	Zone moyennement exposée	Zone faiblement exposée
Prévention-Information	Porter à la connaissance du Maire toutes anomalies susceptibles de révéler ou de confirmer l'aggravation du risque (effondrement, fissure évolutive, infiltration, fuite de réseau…)	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
Prévention-gestion réseaux d'assainissement	Contrôler la sécurité des réseaux d'assainissement (diagnostic, entretien et réparation des ouvrages existants) quelque soit le maître d'ouvrage : collectivité, concessionnaire ou particulier	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
Prévention-Accidents	Mise en œuvre de la procédure d'arrêté de péril (art L.511-1 du Code de la construction et de l'habitation) si un fontis survient à moins de 8m (distance déterminée depuis le centre de l'effondrement) d'une habitation ou d'un logement	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
	Neutralisation d'une bande de 8m (distance déterminée depuis le centre de l'effondrement) de large si apparition d'un effondrement n'affectant aucune habitation et prise immédiate de mesures conservatoires en cas d'incident	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
	Inspection détaillée des réseaux d'adduction et d'évacuation des eaux et inspection des ouvrages de soutènements environnants si venue à jour d'un fontis ou d'un glissement de terrain	Obligatoire dans un secteur minimum de 20 m situé en amont de l'accident	Obligatoire dans un secteur minimum de 10 m situé en amont de l'accident	Obligatoire dans un secteur minimum de 10 m situé en amont de l'accident

3.5.4.5 Prise en compte des anciennes carrières dans la conception du projet

En premier lieu, le meilleur moyen de supprimer les risques liés à la présence de carrières est de les contourner ou de s'en éloigner 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 en s'en éloignant au maximum (démarche identique pour les carrières souterraines et les carrières à ciel ouvert).

Lorsque la zone de carrière n'a pu être évitée, ce qui est le cas pour les 3 secteurs identifiés précédemment, des mesures constructives doivent être envisagées :

- pour les carrières à ciel ouvert remblayées : sans objet sur ce tronçon puisque le tunnel passe en dessous de ces dernières et aucune gare ou OA n'est situé au droit de ce type de carrière ;

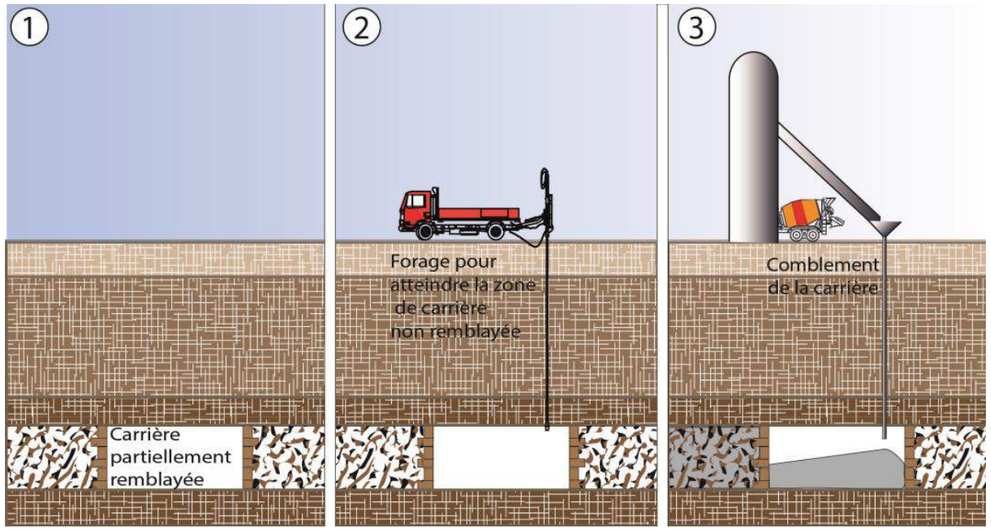
- pour les carrières souterraines remblayées : compte tenu de la mauvaise qualité supposée de leur comblement, un traitement est à prévoir pour les zones concernées par le passage du tunnelier ou par la réalisation d'un OA. Les remblais peuvent dans ce cas être injectés au coulis pour leur donner des meilleures caractéristiques de résistance mécanique ;

- pour les carrières non remblayées ou partiellement comblées : il est nécessaire de prévoir un comblement préalable depuis la surface. Les méthodes de comblement peuvent être les suivantes :

    - comblement en matériaux par voie sèche ou humide,

    - comblement au coulis de ciment.

Le principe de comblement est schématisé ci-dessous :



Principe d'injection d'une ancienne carrière souterraine

Ces principes constructifs pourront donc être appliqués sur les secteurs et ouvrages identifiés précédemment et rappelés ici :

- sur le secteur entre Saint-Cloud et Rueil-Malmaison : présence d'anciennes carrières au droit de la gare de Saint-Cloud, de l'OA233 et le long du tracé du tunnel autour de ces ouvrages et au Sud de la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » à proximité du SIAAP ;

- sur le secteur de Nanterre La Boule : présence d'anciennes carrières aux abords de la gare Nanterre La Boule ;

- sur le secteur de Saint-Ouen : le tunnel est seul concerné, il recoupe présence d'anciennes carrières à proximité de la gare Saint-Denis Pleyel.

3.5.4.6 Mesures d'accompagnement en phase chantier et travaux

Comme détaillé dans les paragraphes précédents, la présence d'anciennes carrières notamment souterrains, sur le tracé de la ligne 15 ouest et la réalisation des travaux souterrains peut entraîner des désordres sur les bâtis et sur les ouvrages souterrains eux-mêmes. Les mesures à mettre en œuvre pour supprimer ces risques de désordre dans la zone d'influence du projet et des carrières et atteindre un niveau d'impact du projet acceptable sont les suivantes :

Mesure d'évitement et de réduction

- **Investigations des anciennes carrières avant le chantier** comprenant Mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques au sens de la norme NF P 94-500 (bibliographie, visites, inspections, sondages, essais, mesures in situ). Ces investigations permettront de reconnaître les carrières, leurs limites, leurs épaisseurs, la nature des remblais de comblement et de définir l'état général. Ces investigations ont pour objet de caractériser le massif et ainsi définir les zones et les volumes à traiter, ainsi que le type de traitement à mettre en place.

- **Utilisation des résultats des études d'interférométrie radar** qui permettent de détecter les mouvements de surface pouvant ainsi être le reflet de mouvements des carrières instables. L'utilisation de cette méthode permettra de cibler les reconnaissances de terrain de façon optimale. Son efficacité est cependant réduite en zone très urbanisée en raison des nombreux réseaux enterrés qui perturbent le signal.

  L'ensemble des zones répertoriées ci-dessus a déjà fait l'objet d'études et de reconnaissances. Ces reconnaissances vont se poursuivre ; les résultats obtenus seront intégrés aux études à venir et permettront ainsi de définir avec précision :

  - Les zones à traiter, tant en termes de surface que de volume au cas par cas,

  - Les techniques de comblement et/ou de confortement à mettre en œuvre,

  L'Inspection Générale des Carrières sera à nouveau sollicitée lors des études à venir.

- **Étude de vulnérabilité du bâti** *:* elle consiste à inventorier et catégoriser le bâti, définir son état initial ainsi que les valeurs seuils de déplacements acceptables pour ce dernier. Cette étude permettra de confirmer les méthodes constructives à retenir. Elle interviendra en accompagnement des phases d'études d'avant-projet et de projet.

- **Injection et/ou comblement des anciennes carrières identifiées** : Pour la section courante se situant en zone de carrières, des injections ou comblements des carrières souterraines nécessitant un confortement seront être mis en œuvre. 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, etc...

  Deux grandes techniques existent :

  - Injection depuis la surface ou une galerie réalisée spécifiquement pour ces travaux grâce à des forages afin de combler les carrières avant la réalisation du tunnel,

  - 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.

  Suivant les travaux déjà réalisés lors des études préliminaires approfondies, la technique préférentielle retenue par la Société du Grand Paris est celle de l'injection depuis la surface, par l'intermédiaire de forage et puits d'injection :

  - Dans le secteur entre l'Ile de Monsieur et la gare de Saint-Cloud qui comprend principalement le parc de Saint-Cloud ; cette zone est caractérisée par l'absence de construction en surface, ce qui assure des reconnaissances géophysiques efficaces. La contrainte principale provient des gestionnaires du parc et du besoin d'obtenir les autorisations pour effectuer les travaux dans le parc.

  - Dans le secteur entre la gare de Saint-Cloud à l'ouvrage annexe 244 correspondant à un site urbain dense ; en conséquence, les mesures géophysiques risquent d'être perturbées dans cette zone par la présence des réseaux souterrains. Par ailleurs, les possibilités d'implantation des forages et des puits d'injection dépendent des disponibilités foncières pour effectuer les travaux.

  - Zone sensible au niveau de la gare de Saint-Cloud : lors de la réalisation de la gare, les cavités relatives à la présence de carrière seront identifiées et traitées à l'avancement du terrassement de la gare, ainsi que préalablement à la réalisation des parois moulées.

  - Zone sensible au niveau du regard du SIAAP : la configuration avec l'Argile plastique en bas de log géologique, le Calcaire grossier au milieu de log et le vide de la carrière en haut, représente un front mixte, impossible à gérer pour le système de confinement de la machine. Un comblement préalable de la carrière sera donc entrepris pour limiter le risque d'effondrement qui aurait comme conséquence des fontis en surface.

    Le comblement sera préférentiellement entrepris depuis la surface par injection. Si toutefois le comblement de la carrière à partir de la surface se révélait impossible, le tunnelier sera équipé de manière à permettre un traitement à l'avancement (cf. ci-dessous).

- **Mise en œuvre d'un système de reconnaissance géophysique à l'avancement** : pour gérer le risque significatif que représente la rencontre par le tunnelier de carrières non identifiées et non traitées préalablement, le tunnelier sera alors équipé d'un système de reconnaissance géophysique à l'avancement, ainsi que d'un module de traitement des terrains à partir de la roue de coupe du tunnelier.

Mesure de suivi

- **Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux** : Une auscultation des zones sensibles aux tassements définies par les études préliminaires approfondies sera mise en place en amont de la phase de chantier et sera maintenue en phase travaux.

  Les déplacements enregistrés seront alors comparés aux estimations des phases études (étude de vulnérabilité du bâti). Dans le cas de dépassement des valeurs seuils, les méthodes constructives seront immédiatement adaptées.

- **Arrêt des travaux et mise en œuvre d'une bande de sécurisation** en cas d'apparition de fontis en surface durant la phase chantier, en respect des prescriptions du PPRn – Mouvement de Terrain de Saint-Cloud.

3.5.4.7 Conclusion sur les impacts liés à la présence d'anciennes carrières

La présence d'anciennes carrières et notamment souterraines sur le tracé de la ligne 15 ouest est potentiellement source de désordres sur les bâtis en surface et sur ouvrages eux-mêmes. Il a été identifié 3 secteurs :

- sur le secteur entre Saint-Cloud et Rueil-Malmaison : présence d'anciennes carrières au droit de la gare de Saint-Cloud, de l'OA233 et le long du tracé du tunnel autour de ces ouvrages et au Sud de la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » à proximité du SIAAP ;

- sur le secteur de Nanterre La Boule : présence d'anciennes carrières aux abords de la gare Nanterre La Boule ;

- sur le secteur de Saint-Ouen : le tunnel est seul concerné, il recoupe présence d'anciennes carrières à proximité de la gare Saint-Denis Pleyel.

Les désordres générés par la présence de ces anciennes carrières sont potentiellement importants et concernent la déstabilisation des sols et donc des impacts sur les bâtis et réseaux existants dans ces secteurs à risque.

Les mesures d'évitement et de réduction suivantes seront prises pour que le projet aboutisse à un impact résiduel acceptable. Il s'agit :

- au préalable des travaux : prise en compte des prescriptions réglementaires associées à l'arrêté du 26/01/1966 et aux zonages de type PPRn ;

- au préalable des travaux : d'investigations et d'injections/comblement des anciennes carrières identifiées et d'investigations plus détaillées pour identifier d'éventuels vides existants non repérés à ce jour ;

- au cours des travaux : de reconnaissances géophysiques à l'avancement, de mesures de suivi.

La prise en compte de ces mesures en amont et au cours des travaux permettra au projet de générer un impact négligeable sur le milieu environnant lors de sa réalisation et en phase d'exploitation.

3.5.5 Impacts et mesures en phase chantier et en phase d'exploitation concernant la problématique de dissolution du gypse

3.5.5.1 Rappels des enjeux liés à la dissolution du gypse

Le gypse est une espèce minérale composée de sulfate de calcium, soluble dans l'eau. Cette roche est présente soit sous forme de bancs massifs (Masses et Marnes du gypse en particulier), soit de manière plus diffuse, sous forme de nodules, d'interlits ou de lentilles dans différentes couches géologiques du sous-sol parisien (Calcaire de Saint Ouen ou Marnes et Caillasses par exemple).

La dissolution du gypse se produit lorsqu'il est soumis à un apport d'eau « non chargée en sulfate » par infiltration de la pluie ou mise en communication avec une nappe d'eau souterraine non chargée. Selon le type de cristallisation du gypse et sa densité dans le massif encaissant, ce phénomène peut entraîner soit une dégradation diffuse des caractéristiques mécaniques d'un horizon géologique, soit la création de cavités souterraines appelées vides de dissolution, de dimensions variables.

3.5.5.2 Enjeux d'un projet de métro souterrain liés à la dissolution du gypse

La mise en contact de terrains chargés en gypse avec des eaux souterraines non chargée peut se faire à la suite d'une modification des écoulements souterrains liés par exemple à un projet de type métro souterrain. En conséquence, ce projet est susceptible d'activer ou de réactiver le phénomène de dissolution du gypse en modifiant le régime d'écoulement des nappes d'eau souterraines dans des zones marquées par la présence de gypse.

Par ailleurs, des zones décomprimées ou de vides dans le sous-sol peuvent déjà exister suite à des phénomènes de dissolution du gypse antérieurs. Ils peuvent alors être à l'origine de mouvements de terrain (tassements, fontis…) 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.

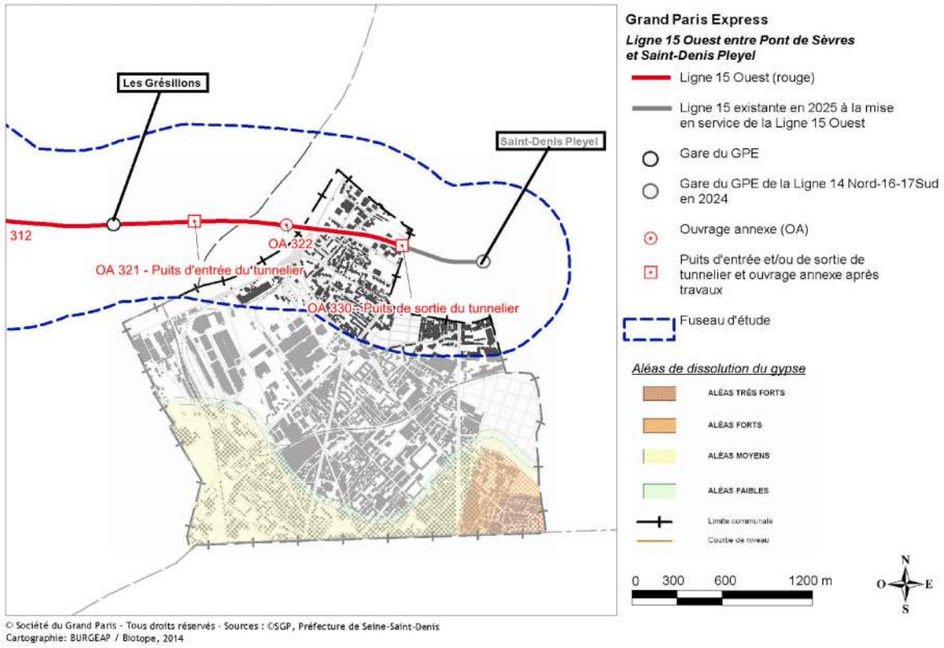
3.5.5.3 Rappel des secteurs concernés par les anciennes carrières

La présence de gypse peut être identifiée lors des études géotechniques d'avant-projet et dans les zonages réglementaires de type PPRn.

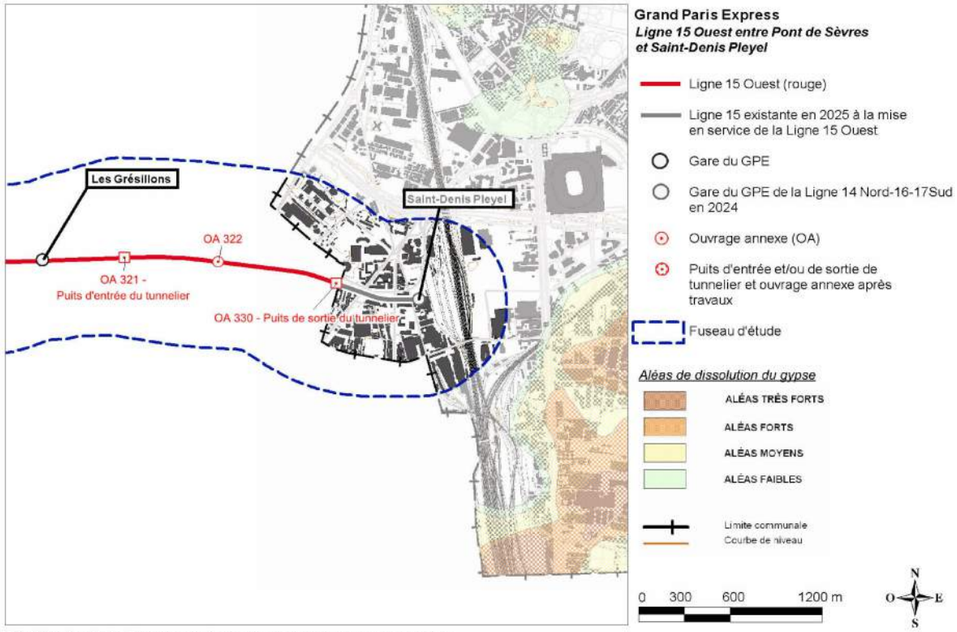
Lors des études géotechniques, le gypse a été identifié dans certaines couches géologiques (celle des Calcaires Grossiers principalement) mais sous forme de blocs minéraux discontinus et en faible quantité. Le phénomène de dissolution ne s'applique pas à cette forme. En conséquence, hormis sur une zone remaniée dans les dénivelés entre les gares de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » et de Nanterre la Boule, où il existe encore des incertitudes sur la présence du phénomène de dissolution du gypse, le sous-sol en interaction avec la Ligne 15 Ouest ne présente pas de couches gypseuses concernées par un potentiel phénomène de dissolution du gypse.

Par ailleurs, des zones à risque sont définies par l'arrêté inter préfectoral du 25/02/1977 définissant les zones à risques de dissolution de gypse antéludien. Seules les communes de Saint-Ouen et de Saint-Denis, à l'extrême Est de la Ligne 15 Ouest sont concernées par ce zonage. Tous les ouvrages constituant la Ligne 15 Ouest se situent en-dehors des zones d'aléas de dissolution du gypse, comme indiqué sur les figures suivantes.

Aléas de dissolution du gypse (source : Projet de PPRn – Mouvement de terrain sur la commune de Saint-Ouen)



Aléas de dissolution de gypse (source : Projet de PPRn – Mouvement de terrain sur la commune de Saint-Denis)



En conclusion, aucun ouvrage constituant la Ligne 15 Ouest n'est concerné par le risque de dissolution lié au gypse. Une incertitude subsiste sur une zone au sous-sol fortement remanié entre les gares de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » et Nanterre La Boule.

3.5.5.4 Absence d'impact en phase chantier et en phase d'exploitation

Sur la Ligne 15 Ouest, aucun ouvrage n'est en interaction avec des secteurs où un aléa de dissolution du gypse a déjà été identifié.

3.5.5.5 Mesure d'accompagnement concernant le phénomène de dissolution du gypse

Comme détaillé dans les paragraphes précédents, la présence de zones de dissolution de gypse peut entraîner des désordres sur les bâtis et sur les ouvrages souterrains eux-mêmes. Si aucune zone n'est recensée à ce jour le long de la Ligne 15 Ouest, il reste nécessaire de caractériser finement les strates géologiques.

Mesure d'évitement et de réduction

- **Reconnaissances adaptées avant le chantier**, en phase études (bibliographie, sondages, mesures géophysiques, analyses hydrogéologiques…) : le but sera de lever les incertitudes concernant la zone remaniée entre les gares de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » et de Nanterre la Boule.

  La Société du Grand Paris poursuivra donc les études géotechniques en cours, qui permettront de définir plus finement la constitution de la zone remaniée.

- **Choix de la technique du tunnelier pour la construction du tunnel** : afin d'éviter les phénomènes de dissolution du gypse, le réseau de transport du Grand Paris est réalisé majoritairement en tunnelier. Cette technique permet de limiter autant l'impact du projet sur le régime d'écoulement des nappes, qui constitue l'origine de la dissolution du gypse.

  La technique du tunnelier limite donc de manière très importante les impacts potentiels de la construction du tunnel sur la circulation d'eaux souterraines et donc sur les phénomènes de dissolution de gypse.

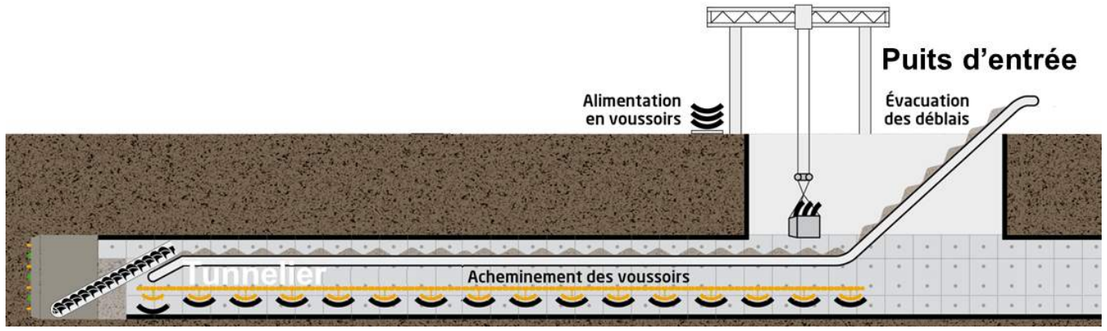


Schéma de principe du fonctionnement d'un tunnelier

- **Technique de conception des gares adaptée à la potentielle présente de gypse**

  L'ensemble des gares sera réalisé à ciel ouvert à l'abri d'une enceinte en parois moulées.

  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 d'eau et de reprendre, en partie ou en totalité, les descentes de charge de l'ouvrage pour en assurer les fondations.

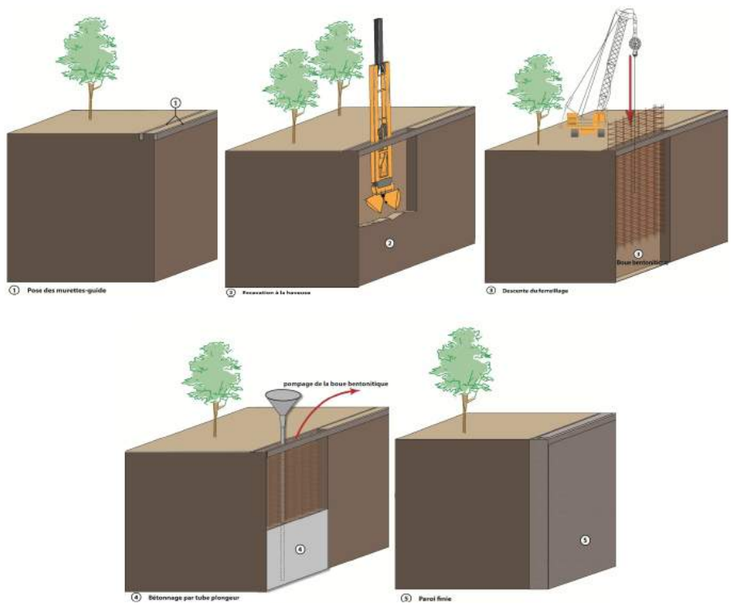
  Cette disposition constructive permet en particulier de s'affranchir des venues d'eau horizontales, en créant un écran de protection imperméable, autour de la zone de terrassement. Elle permet également d'éviter toute action de rabattement de nappes ou de pompages des eaux souterraines. En phase d'exploitation, il s'agit uniquement de gérer les faibles volumes d'eaux d'infiltration à l'intérieur des boîtes gare.

  La réalisation des gares avec cette méthode permettra de réduire de manière très importante les impacts potentiels de la phase de construction, et en phase d'exploitation, et donc sur les phénomènes de dissolution du gypse.

Mesure de suivi

- **Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux** : Une auscultation des zones sensibles aux tassements définies par les études préliminaires approfondies sera mise en place en amont de la phase de chantier et sera maintenue en phase travaux.

  Les déplacements enregistrés seront alors comparés aux estimations des phases études (étude de vulnérabilité du bâti). Dans le cas de dépassement des valeurs seuils, les méthodes constructives seront immédiatement adaptées.



Principe général de mise en œuvre de parois moulées

3.5.5.6 Conclusion sur les impacts liés au phénomène de dissolution du gypse

La présence de zones de dissolution du gypse sur le tracé de la Ligne 15 Ouest est potentiellement source de désordres sur les bâtis en surface et sur ouvrages eux-mêmes. Aucun secteur n'a été identifié, mais des incertitudes demeurent sur une zone fortement remaniée :

- entre les gares de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » et de Nanterre la Boule.

Si ce secteur s'avère concerné par une présence importante de gypse et/ou de vides associés, les désordres générés seront potentiellement importants et concerneront la déstabilisation des sols et donc des impacts sur les bâtis et réseaux existants dans ces secteurs à risque.

La Ligne 15 Ouest ne recoupe aucun zonage réglementaire lié à la dissolution du gypse.

Les mesures d'évitement et de réduction suivantes seront prises pour que le projet aboutisse à un impact résiduel acceptable. Il s'agit :

- au préalable des travaux : le choix des méthodes constructives des gares (sous paroi moulée) et e recours à un tunnelier limitent les variations de niveaux d'eau souterraines et donc les impacts, d'investigations plus détaillées pour identifier d'éventuels autres secteurs non repérés à ce jour ;

- au préalable des travaux : de poursuivre les investigations géotechniques pour lever les doutes sur les 2 secteurs remaniés ;

- au cours des travaux : des mesures de suivi.

La prise en compte de ces mesures en amont et au cours des travaux permettra au projet de générer un impact négligeable sur le milieu environnant lors de sa réalisation et en phase d'exploitation.

3.5.6 Impacts et mesures en phase chantier et en phase d'exploitation concernant le phénomène de retrait gonflement des argiles

3.5.6.1 Rappels des enjeux liés aux argiles

L'argile est une roche sédimentaire à grains fins présente dans différentes couches géologiques.

L'argile voit sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau. Elle est dure et cassante lorsqu'elle est desséchée, elle devient plastique et malléable à partir d'un certain niveau d'humidité. Ces variations de consistance s'accompagnent de variations de volume, dont l'amplitude peut s'avérer très importante.

Sur la Ligne 15 Ouest, la teneur en argile est surtout identifiée aux sein des couches géologiques des Marnes et Caillasses, des Fausses glaises, des Argiles plastiques, des Sables de Beauchamp et des Marnes de Meudon).

3.5.6.2 Enjeux d'un projet de métro souterrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

Un projet de type métro souterrain est susceptible d'activer ou de réactiver le phénomène de retrait/gonflement des argiles en modifiant le régime d'écoulement des nappes d'eau souterraines.

En effet, l'apport ou le retrait d'eau (pompages, remontées de nappe…) dans des zones marquées par la présence d'argile est susceptible de modifier leur état hydrique et donc de les faire gonfler lorsqu'elles passent d'un état sec à un état humide ou d'activer leur « retrait » lorsqu'elles passent d'un état humide à un état sec.

Par ailleurs, la réalisation de terrassements à ciel ouvert est susceptible d'exposer des argiles aux aléas météorologiques alors qu'elles étaient jusqu'à présent protégées, favorisant également leur retrait/gonflement.

Les variations de volume générées par le retrait des argiles provoquent des tassements qui se manifestent par des désordres sur les ouvrages. À contrario, le phénomène de gonflement peut provoquer des soulèvements (en champ libre, c'est-à-dire si l'argile n'est pas contrainte) ou des sur-contraintes (pression de gonflement sous un radier de gare par exemple).

En général, **ces phénomènes se produisent à proximité de la surface**, où la teneur en eau des argiles est soumise à de fortes variations, liées à la météorologie (périodes de sécheresse notamment), mais aussi à la végétation (système racinaire) ou à l'activité humaine (imperméabilisation des surfaces, pompages ou arrosages…).

3.5.6.3 Rappel des secteurs concernés par les secteurs d'aléa de retrait-gonflement des argiles

Les secteurs les plus sensibles (aléa fort à moyen) sont les suivants :

- Sud du fuseau : Globalement, une bande d'aléa fort est identifiée en bordure du parc de Saint-Cloud. Cet aléa devient moyen, puis faible vers le centre du parc. La bande d'aléa fort se poursuit vers le Nord de Saint-Cloud jusqu'à l'Hippodrome de Saint-Cloud où elle s'étale sur environ 500m de large ;
- Sud du fuseau : La rive gauche de la Seine, de Boulogne-Billancourt jusqu'à Suresnes, correspond à une zone d'aléa fort ;
- Le secteur de Suresnes : Le parc du Fort du Mont Valérien est entouré d'une bande d'aléa fort d'environ 500m de large. Au-delà de cette bande, l'aléa est moyen sur la majeure partie de la commune de Suresnes et au Nord-est de Rueil-Malmaison ;
- Au Sud et à l'Ouest de Nanterre, des aléas forts sont relevés ponctuellement ;
- Nord du fuseau : En rive droite de la Seine, dans le département de Seine-Saint-Denis ; l'aléa y est moyen sur les communes de Saint-Denis et de Saint-Ouen.

3.5.6.4 Ouvrages concernés par un secteur d'aléa de retrait-gonflement des argiles

Le tableau ci-dessous identifie l'ensemble des ouvrages de la Ligne 15 Ouest inscrit au sein d'une zone d'aléa non nul de retrait-gonflement des argiles.

La carte page suivante permet d'illustrer les propos.

Ouvrages inscrits en zone d'aléa de retrait-gonflement argiles

Zones d'aléa	Secteurs	Ouvrages du projet concerné
Aléa fort (rouge)	- Sud du fuseau - Secteur de Suresnes	- Tunnel de la Ligne 15 Ouest - OA 244 et OA 252
Aléa moyen (orange)	- Sud du fuseau - Secteur de Suresnes - Nord du fuseau	- Tunnel de la Ligne 15 Ouest - Gare de Rueil – Suresnes « Mont Valérien » - OA 251 et OA 330 (Puits de sortie du tunnelier)
Aléa faible (jaune)	- Sud du fuseau - Secteur de Suresnes - Au Sud et à l'Ouest de Nanterre - Nord du fuseau	- Tunnel de la Ligne 15 Ouest - Gares de Saint-Cloud, Nanterre la Boule, Nanterre le Folie, La Défense et Bois-Colombes - OA 231 (Puits d'entrée du tunnelier), OA 232, OA 233, OA 241, OA 242, OA 243, OA 271, OA 281, OA 282, OA 321 (Puits d'entrée du tunnelier), OA 322 - Arrière gare de Nanterre la Folie et puits de sortie tunnelier

3.5.6.5 Réglementation spécifique liée à la présence d'argiles

La présence d'un aléa de retrait-gonflement des argiles a conduit à l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques naturels (PPRn) spécifique à cet enjeu, à l'échelle du département de Seine-Saint-Denis (PPRn en cours d'élaboration – prescrit le 23/07/2001 – règlement du PPRn non approuvé).

Au niveau de la Ligne 15 Ouest, seules les communes de l'Ile-Saint-Denis, Saint-Denis et Saint-Ouen sont concernées par le PPRn.

L'ensemble des ouvrages de la Ligne 15 Ouest inscrit sur le territoire du PPRn sont :

- En zone d'aléa faible : OA 321 – Puits d'entrée du tunnelier, OA 322,
- En zone d'aléa moyen : OA 330 – Puits de sortie du tunnelier.

3.5.6.1 Impacts en phase chantier et en phase exploitation

La gestion des passages argileux est prise en compte dans le choix du tunnelier afin de réduire les effets négatifs. Le choix du tunnelier présente plusieurs avantages vis-à-vis des argiles et notamment :

- Il limite les apports d'eau,
- Il s'adapte bien aux terrains argileux.

Une attention particulière sera portée lorsque le tunnelier est dans une configuration de front mixte avec des terrains présentant des propriétés mécaniques très différentes (passage du Mont Valérien par exemple).

Les phénomènes de retrait/gonflement des argiles ne représentent pas un impact sensible sur le projet, au vu des méthodes de mise en œuvre des différents ouvrages. Le dimensionnement des ouvrages (gares, tunnel, ouvrages de sécurité) permettra de résister à des mouvements du sol et notamment liés à ce phénomène.

Par contre, la construction de l'infrastructure est susceptible d'entraîner des phénomènes de retrait-gonflement des argiles sur des secteurs connexes au projet, présentant des bâtis.

Si l'impact direct est considéré comme faible à nul, l'impact indirect est potentiellement fort.

3.5.6.2 Mesures d'accompagnement concernant l'aléa retrait-gonflement des argiles

Mesures d'évitement et de réduction

- **Méthodes constructives adaptées :** Il s'agit notamment de la construction du tunnel avec la technique du tunnelier, ou la construction des gares avec la méthode des parois moulées.

  Le projet avec la mise en place de ces techniques ne présentera pas d'impact sensible sur les argiles susceptibles d'entrainer l'apparition de phénomènes de retrait-gonflement des argiles.

  En phase chantier, des dispositions constructives spécifiques pourront être mises en œuvre afin de préserver ces matériaux sensibles de toute venue d'eau. En particulier, les fonds de fouilles des ouvrages fondés dans une couche argileuse pourront bénéficier de mesures spécifiques afin de ne pas exposer ces sols aux conditions météorologiques (systèmes de drainage et de collecte, protection par des masques ou des géosynthétiques par exemple).

- **Étude de vulnérabilité du bâti** *:* elle consiste à inventorier et catégoriser le bâti, définir son état initial ainsi que les valeurs seuils de déplacements acceptables pour ce dernier.

Mesure de suivi

- **Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux** : Une auscultation des bâtis sensibles définis lors de la réalisation de l'étude de vulnérabilité du bâti (ci-dessus) sera mise en place en amont de la phase de chantier et sera maintenue en phase travaux.

3.5.6.3 Conclusion sur les impacts liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

La présence de zones d'aléa moyen à fort vis-à-vis de ce phénomène permet de localiser les secteurs où les variations de la teneur en eau des argiles peuvent provoquer des tassements et gonflements qui se manifestent par des désordres sur les ouvrages et sur le bâti.

Quatre secteurs ont été identifiés, avec un niveau d'aléa moyen à fort :

- Sud du fuseau : une bande d'aléa fort est identifiée en bordure du parc de Saint-Cloud. Cet aléa devient moyen, puis faible vers le centre du parc ;
- Sud du fuseau : la rive gauche de la Seine, de Boulogne-Billancourt jusqu'à Suresnes, correspond à une zone d'aléa fort ;
- Le secteur de Suresnes : le parc du Fort du Mont Valérien est entouré d'une bande d'aléa fort d'environ 500m de large. Au-delà de cette bande, l'aléa est moyen sur la majeure partie de la commune de Suresnes et au Nord-est de Rueil-Malmaison ;
- Au Sud et à l'Ouest de Nanterre, des aléas forts sont relevés ponctuellement ;
- Nord du fuseau : En rive droite de la Seine, dans le département de Seine-Saint-Denis ; l'aléa y est moyen sur les communes de Saint-Denis et de Saint-Ouen.

Les mesures d'évitement et de réduction suivantes seront prises pour que le projet aboutisse à un impact résiduel acceptable. Il s'agit :

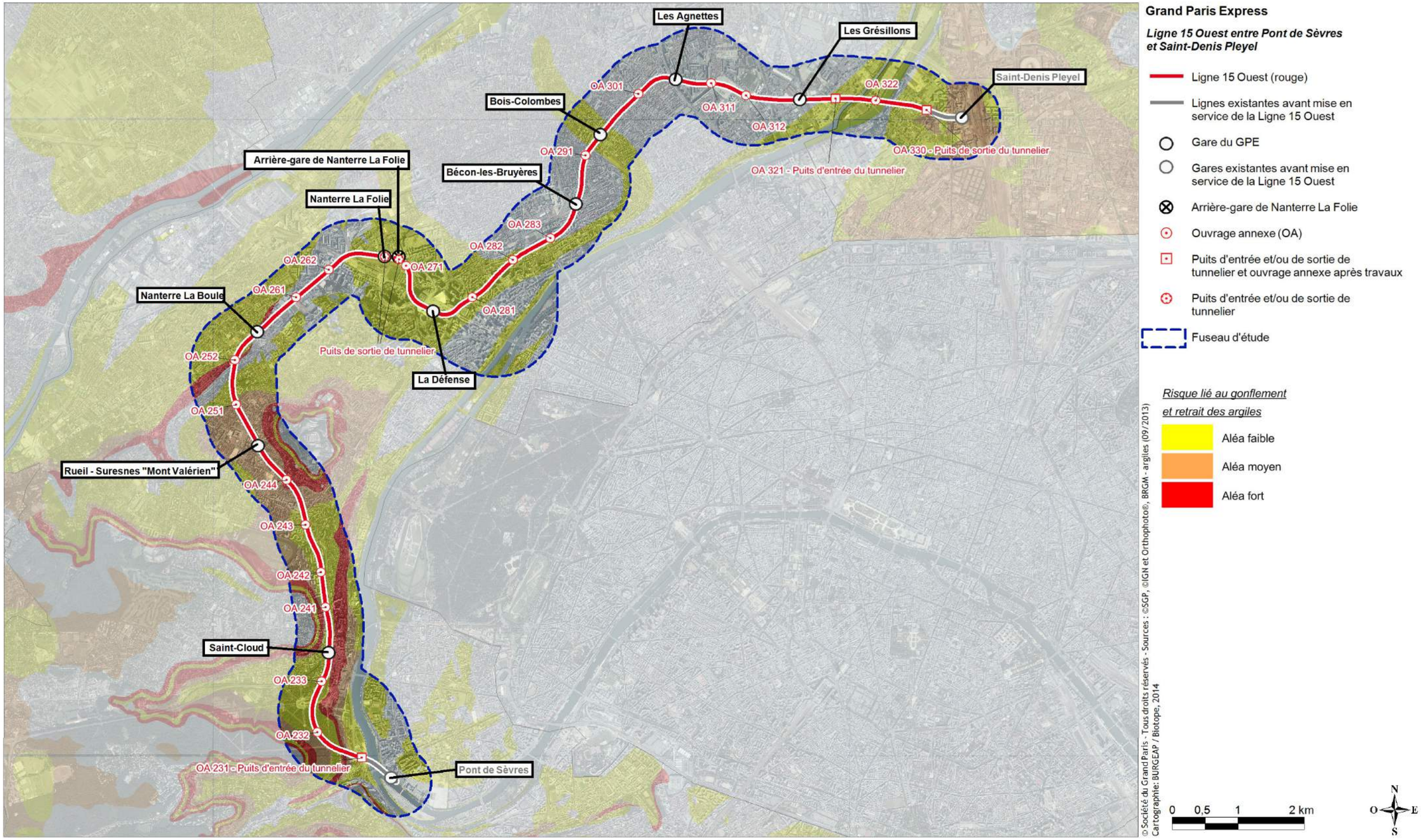
- au préalable des travaux : le choix des méthodes constructives des gares (sous paroi moulée) et le recours à un tunnelier limitent les variations de niveaux d'eau souterraines et donc les impacts ;

- au préalable des travaux : une étude de vulnérabilité du bâti ;

- au cours des travaux : des mesures de suivi.

La prise en compte de ces mesures en amont et au cours des travaux permettra au projet de générer un impact négligeable sur le milieu environnant lors de sa réalisation et en phase d'exploitation.

Ouvrages inscrits en zone d'aléa de retrait-gonflement des argiles



3.5.7 Impacts et mesures en phase chantier et en phase d'exploitation concernant les glissements de terrain

3.5.7.1 Rappel des enjeux liés aux glissements de terrain

Les glissements de terrain sont souvent destructeurs, car les aménagements y sont particulièrement sensibles et les dommages aux biens sont considérables et souvent irréversibles.

Les bâtiments, s'ils peuvent résister à de petits déplacements, subissent une fissuration intense en cas de déplacement de quelques centimètres seulement. Les désordres peuvent rapidement être tels que la sécurité des occupants ne peut plus y être garantie.

La prise en compte des zones de glissement de terrain en aménagement du territoire représente donc un enjeu fort.

3.5.7.2 Enjeux d'un projet de métro souterrain liés aux glissements de terrain

Un projet de métro souterrain n'active pas directement un phénomène de glissement de terrain.

Par contre, en cas de glissement, l'infrastructure est directement influencée puisque l'ensemble des couches géologiques dans lequel le tunnel s'inscrit enregistre un déplacement, déplacement répercuté sur l'infrastructure.

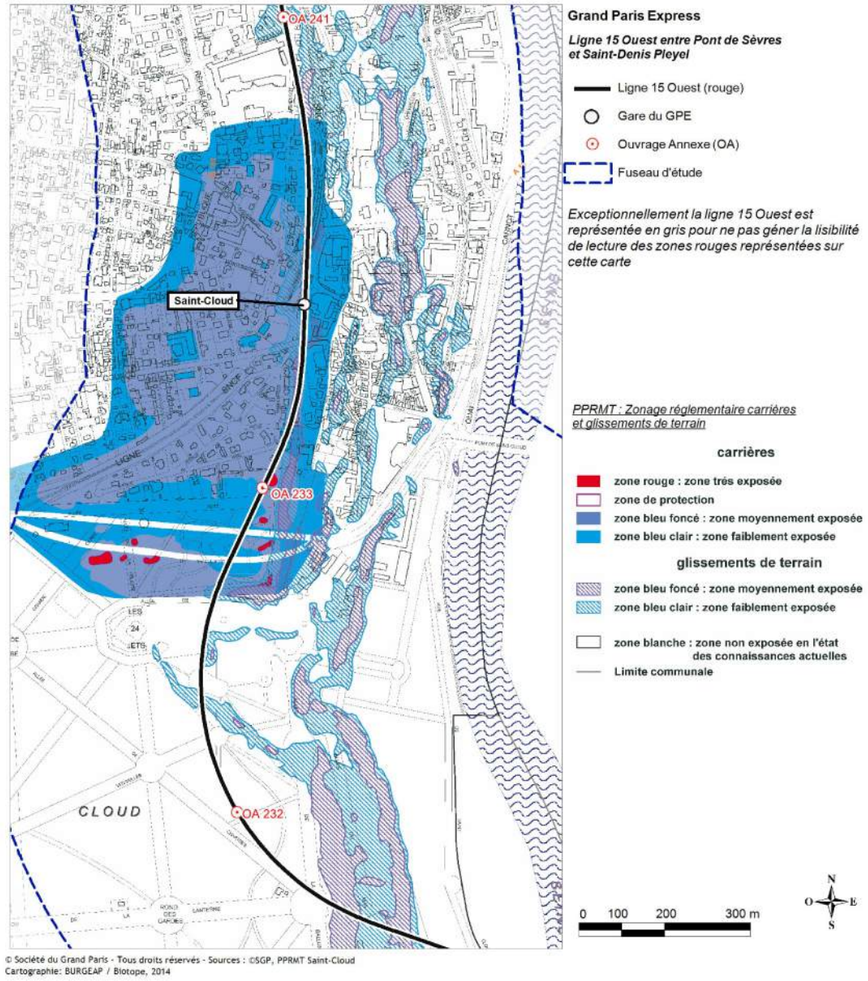
3.5.7.3 Rappel des secteurs concernés par les glissements de terrain

Les phénomènes de glissement de terrain sont uniquement rencontrés dans le secteur de Saint-Cloud et de Meudon (en raison des pentes observées), sur un secteur géographique compris entre le Pont de Sèvres et l'Est de l'Hippodrome de Saint-Cloud.

Toutefois, aucun phénomène n'a été enregistré et retranscrit en cartographie par les services du BRGM.

Cela n'empêche pas que deux PPRn Mouvement de Terrain – Glissement de terrain ont été prescrits sur ces deux communes, dont l'un a été élaboré et approuvé (commune de Saint-Cloud).

La carte des zonages réglementaires liées au glissement de terrain est reprise ci-dessous. Comme indiqué, la gare de Saint-Cloud, l'OA233 et le tunnel entre cet OA et 300 m au Nord de la gare de Saint-Cloud sont situés dans l'emprise de ce PPRMT.



Confrontation des éléments de projet aux différents zonages réglementaires du PPRn – Mouvement de terrain de Saint-Cloud

En conclusion, on retiendra un secteur dans lesquels la présence de glissement de terrain est recensée :

- sur le secteur entre Saint-Cloud et Rueil-Malmaison : au droit de la gare de Saint-Cloud, l'OA241 et le long du tunnel autour de ces 2 ouvrages.

Cette situation induit des contraintes réglementaires et constructives vis-à-vis de ces ouvrages (cf. paragraphes suivants).

3.5.7.4 Ouvrages concernés par un zonage réglementaire liés au phénomène de glissement de terrain

Des prescriptions réglementaires s'appliquent pour les ouvrages constituant la ligne situés dans l'emprise d'un PPRn.

Règlement associé au PPRn – Mouvement de terrain de Saint-Cloud

La commune de Saint-Cloud dispose d'un PPRn (Plan de Prévention du Risque naturel) spécifique aux Mouvements de Terrain liés à la présence d'anciennes carrières (souterraines et à ciel ouvert) et à l'instabilité des terrains (glissement de terrain).

Lorsqu'un PPRn – Mouvement de Terrain est approuvé, comme c'est le cas pour la commune de Saint Cloud, des « **prescriptions obligatoires s'imposent à toutes les constructions, installations, ouvrages, aménagements et activités existants à la date d'approbation du PPRn – Mouvement de Terrain** ». Les prescriptions diffèrent suivant l'exposition du projet à un zonage particulier du PPRn – Mouvement de Terrain.

Comme indiqué précédemment, la gare de Saint-Cloud, l'OA241 et le tunnel sont situés dans l'emprise de ce PPRMT. Ils sont donc soumis aux prescriptions associées détaillées dans le tableau suivant. Elles sont les mêmes que ceux relatifs à la présence de carrières souterraines (voir précédemment le volet traitant des carrières).

Réglementation applicable en respect du PPRn – Aspects glissement de terrain

Zones	Réglementation applicable	Ouvrages du projet concerné
Zone rouge très exposée Elle correspond à l'aléa très fort relatif aux carrières où les constructions sont interdites sauf cas particulier	Sont autorisés, à condition qu'ils n'aggravent pas l'exposition aux risques, **les travaux d'infrastructure absolument nécessaire au fonctionnement des services publics**, y compris la pose de lignes et de câbles sous réserve que le Maître d'Ouvrage prenne les dispositions appropriées aux risques créés par ces travaux et en avertisse le public par une signalisation efficace.	- Tunnel de la Ligne 15 Ouest
Zone bleu foncé moyennement exposée Elle est soumise à des prescriptions obligatoires pour les biens et activités futurs	Les dispositions constructives **doivent être obligatoirement définies à partir d'une étude géotechnique comprenant une reconnaissance du sous-sol (sondages)**. Cette étude géotechnique doit prendre en compte la norme NF P 94-500, les notices techniques de l'Inspection générale des carrières et elle peut imposer, lorsque nécessaire, une mission complémentaire de suivi de chantier réalisée par le géotechnicien, par référence à la norme NF P 94-500.	- Tunnel de la Ligne 15 Ouest
Zone bleu clair faiblement exposée Elle correspond aux aléas modérés et faibles. Elle est soumise à des recommandations - étude géotechnique incluant une reconnaissance du sous-sol - pour les biens et activités futures,	Toute occupation ou utilisation du sol, en particulier tout projet de construction y compris l'extension, modification ou changement de destination de bâti existant, doit faire l'objet de dispositions techniques permettant de garantir sa stabilité. Le règlement recommande une étude géotechnique incluant une reconnaissance du sous-sol. Dans le cadre d'ERP (Etablissements Recevant du Public) ou d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, le présent règlement impose la réalisation préalable d'une étude géotechnique.	- Tunnel de la Ligne 15 Ouest - Gare de Saint-Cloud en limite de zone bleu clair - OA 241
exceptée pour des ERP ou des installations classées pour lesquels la réalisation de cette étude est obligatoire		
Une **zone blanche** Elle est jugée sans risques par rapport à la nature du sous-sol en l'état des connaissances acquises à ce jour, et il n'y est prescrit aucune mesure particulière	Aucune mesure réglementaire spécifique n'est applicable en zone blanche du PPRn – Mouvement de Terrain	- Tunnel de la Ligne 15 Ouest - OA 232, OA 233

Enfin, ces mêmes ouvrages, de par leur position dans l'emprise des différents zonages seront soumis aux mesures suivantes :

Tableau des mesures obligatoires de préventions, protection et sauvegarde inscrites au sein du PPRn – Mouvement de terrain

		Zonage réglementaire		
		Rouge	Bleu foncé	Bleu clair
		Zone très exposée	Zone moyennement exposée	Zone faiblement exposée
Prévention-Information	Porter à la connaissance du Maire toutes anomalies susceptibles de révéler ou de confirmer l'aggravation du risque (effondrement, fissure évolutive, infiltration, fuite de réseau…)	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
Prévention-gestion réseaux d'assainissement	Contrôler la sécurité des réseaux d'assainissement (diagnostic, entretien et réparation des ouvrages existants) quelque soit le maitre d'ouvrage : collectivité, concessionnaire ou particulier	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
Prévention-Accidents	Mise en œuvre de la procédure d'arrêté de péril (art L.511-1 du Code de la construction et de l'habitation) si un fontis survient à moins de 8m (distance déterminée depuis le centre de l'effondrement) d'une habitation ou d'un logement	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
	Neutralisation d'une bande de 8m (distance déterminée depuis le centre de l'effondrement) de large si apparition d'un effondrement n'affectant aucune habitation et prise immédiate de mesures conservatoires en cas d'incident	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire
	Inspection détaillée des réseaux d'adduction et d'évacuation des eaux et inspection des ouvrages de soutènements environnants si venue à jour d'un fontis ou d'un glissement de terrain	Obligatoire dans un secteur minimum de 20 m situé en amont de l'accident	Obligatoire dans un secteur minimum de 10 m situé en amont de l'accident	Obligatoire dans un secteur minimum de 10 m situé en amont de l'accident

3.5.7.5 Mesures d'évitement et de réduction concernant le phénomène de glissement terrain

Les mesures mises œuvre face aux impacts générés par le projet sur ces zones à risques (et inversement) résident principalement dans le respect des prescriptions du PPRn – Mouvements de Terrain de Saint Cloud présentées précédemment ainsi que par le suivi dans le temps des mesures.

De fait, elles sont en partie similaires à celles présentées dans le volets « anciennes carrières ».

Pour rappel, les mesures proposées par la Société du Grand paris sont les suivantes :

Mesures d'évitement et de réduction « avant travaux »

- **Utilisation des résultats des études d'interférométrie radar** qui permettent de détecter les mouvements de surface pouvant ainsi être le reflet glissements de terrain.

- **Mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques au sens de la norme NF P 94-500** ; ces missions s'effectueront en phase étude (à l'image de la G1 déjà réalisée) ainsi qu'en phase chantier.

- **Étude de vulnérabilité du bâti** *:* elle consiste à inventorier et catégoriser le bâti, définir son état initial ainsi que les valeurs seuils de déplacements acceptables pour ce dernier. Cette étude permettra de confirmer les méthodes constructives à retenir. Elle interviendra en accompagnement des phases d'études d'avant-projet et de projet.

Mesure de suivi

- **Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux** : Une auscultation du secteur de Saint-Cloud sera mise en place en amont de la phase de chantier et sera maintenue en phase travaux.

  Les déplacements enregistrés seront alors comparés aux estimations des phases études (étude de vulnérabilité du bâti). Dans le cas de dépassement des valeurs seuils, les méthodes constructives seront immédiatement adaptées.

- **Arrêt des travaux et mise en œuvre d'une bande de sécurisation** en cas d'apparition de fontis en surface durant la phase chantier, en respect des prescriptions du PPRn – Mouvement de Terrain de Saint-Cloud.

3.5.7.6 Conclusion sur les impacts liés au phénomène de glissement de terrain

Un projet de métro souterrain n'active pas directement un phénomène de glissement de terrain. Le phénomène de glissement de terrain sur le tracé de la ligne 15 ouest est potentiellement source de désordres sur les ouvrages eux-mêmes, l'infrastructure étant directement influencée puisque l'ensemble des couches géologiques dans lequel le tunnel s'inscrit enregistre un déplacement, déplacement répercuté sur l'infrastructure.

Il a été identifié un secteur :

- sur le secteur entre Saint-Cloud et Rueil-Malmaison : au droit de la gare de Saint-Cloud, l'OA241 et le long du tunnel autour de ces 2 ouvrages.

Les conséquences d'un glissement de terrain sont potentiellement importantes sur l'infrastructure. Ce point n'a pas à ce jour été étudié précisément (études de stabilité des sols...).

Les mesures d'évitement et de réduction suivantes seront prises pour que le projet aboutisse à un impact résiduel acceptable. Il s'agit :

- au préalable des travaux :prise en compte des prescriptions réglementaires associées aux zonages de type PPRn seront prises en compte en amont des travaux.

- au préalable des travaux : d'investigations au préalable des travaux et d'études de stabilité des sols en prenant en compte les ouvrages et les travaux ;

- au cours des travaux : d'auscultation de surface et de contrôle des déplacements éventuellement mesurés.

La prise en compte de ces mesures en amont et au cours des travaux permettra au projet de générer un impact négligeable sur le milieu environnant lors de sa réalisation et en phase d'exploitation.

3.5.8 Synthèse des impacts et des mesures liés à la géologie et aux risques géologiques

Secteurs concernés	*Niveau d'enjeu*	*Caractéristiques et niveau de l'impact brut*	*Mesures mises en œuvre*	*Niveau d'impact résiduel après prise en compte des mesures*
Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule	Saint-Cloud : présence d'anciennes carrières et de potentiels glissements de terrain Existence d'un PPRn – Mouvement de terrain en vigueur : fuseau d'étude en zone d'aléa très fort à fort pour les carrières souterraines. Contrainte liée au règlement du PPRn.	Tunnel inscrit en zone rouge, bleu foncé, bleu clair et blanche du PPRn	**PHASE CHANTIER** **Mesure d'évitement et de réduction** Investigations des anciennes carrières avant le chantier et reconnaissances approfondies avant le chantier des secteurs gypseux, comprenant la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques au sens de la norme NF P 94-500 Utilisation des résultats des études d'interférométrie radar Choix de la technique du tunnelier pour la construction du tunnel et technique de conception des gares adaptée à la potentielle présence de gypse et d'argiles Etude de vulnérabilité du bâti Injection et/ou comblement des anciennes carrières identifiées Mise en œuvre d'un système de reconnaissance géophysique à l'avancement Prise en compte des prescriptions réglementaires associées aux PPRn **Mesure de suivi** Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux Arrêt des travaux et mise en œuvre d'une bande de sécurisation **PHASE D'EXPLOITATION** Pas de mesure spécifique.	négligeable
		Gare de Saint-Cloud et OA233 inscrits en zone bleu foncé du PPRn		
		OA 232 et OA 241 inscrits en dehors d'une zone réglementée du PPRn		
	Présence de traces de gypse dans certaines couches géologiques	Le sous-sol ne présente pas de couche gypseuse en interaction avec la Ligne 15 Ouest Incertitudes au niveau d'une zone remaniée entre les gares de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » et de Nanterre la Boule		négligeable
	Aléa retrait-gonflement des argiles faible à fort sur la section ; pas de PPRn associé	Tunnel, OA 244 et OA 252 : Zone aléa fort		négligeable
		Tunnel, Gare de Rueil – Suresnes « Mont Valérien », OA 251 : Zone aléa moyen		
		Tunnel, Gares de Saint-Cloud, Nanterre la Boule, OA 232, OA 233, OA 241, OA 242, OA 243 : Zone aléa faible		
	Saint-Cloud : secteur sensible aux glissements de terrain en raison de la pente forte Existence d'un PPRn – Mouvement de terrain en vigueur : fuseau d'étude en zone d'aléa fort à modéré pour les glissements de terrain	Tunnel inscrit en zone rouge, bleu foncé, bleu clair et blanche du PPRn		négligeable
		Tunnel, Gare de Saint-Cloud et OA 241 inscrit en zone bleu clair du PPRn		
		OA 232 et OA 233 hors zonages du PPRn		

Secteurs concernés	*Niveau d'enjeu*	*Caractéristiques et niveau de l'impact brut*	*Mesures mises en œuvre*	*Niveau d'impact résiduel après prise en compte des mesures*
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	Présence d'anciennes carrières dans le secteur de Nanterre ; Pas de PPRn associé Contrainte réglementaire au titre de l'Arrêté du 26/01/1966 (Instruction par l'IGC)	Tunnel, gare de Nanterre la Boule, OA 261 et OA 262 inscrits au sein d'anciennes carrières aériennes comblées	**PHASE CHANTIER** **Mesure d'évitement et de réduction** Investigations des anciennes carrières avant le chantier et reconnaissances approfondies avant le chantier des secteurs gypseux, comprenant la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques au sens de la norme NF P 94-500 Utilisation des résultats des études d'interférométrie radar Choix de la technique du tunnelier pour la construction du tunnel et technique de conception des gares adaptée à la potentielle présence de gypse et d'argiles Etude de vulnérabilité du bâti Injection et/ou comblement des anciennes carrières identifiées Mise en œuvre d'un système de reconnaissance géophysique à l'avancement Prise en compte des prescriptions réglementaires associées aux PPRn **Mesure de suivi** Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux Arrêt des travaux et mise en œuvre d'une bande de sécurisation **PHASE D'EXPLOITATION** Pas de mesure spécifique.	négligeable
	Présence de traces de gypse dans certaines couches géologiques	Le sous-sol ne présente pas de couche gypseuse en interaction avec la Ligne 15 Ouest		négligeable
	Aléa retrait-gonflement des argiles faible à nul sur la section ; pas de PPRn associé	Tunnel, Gares Nanterre la Folie et La Défense, OA 271, OA 281 et OA 282, arrière gare de Nanterre la Folie et Puits de sortie tunnelier de Nanterre : zone d'aléa faible		négligeable
	Absence de glissements de terrain	Aucun ouvrage concerné		négligeable

Secteurs concernés	Niveau d'enjeu	Caractéristiques et niveau de l'impact brut	Mesures mises en œuvre	Niveau d'impact résiduel après prise en compte des mesures
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	Saint-Denis et Saint-Ouen : présence d'anciennes carrières ; PPRn prescrit Contrainte réglementaire au titre de l'Arrêté du 26/01/1966 (Instruction par l'IGC)	Tunnel inscrit très localement dans une zone d'aléa moyen concernant la présence d'anciennes carrières souterraines	**PHASE CHANTIER** **Mesure d'évitement et de réduction** Investigations des anciennes carrières avant le chantier et reconnaissances approfondies avant le chantier des secteurs gypseux, comprenant la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques au sens de la norme NF P 94-500 Utilisation des résultats des études d'interférométrie radar Choix de la technique du tunnelier pour la construction du tunnel et technique de conception des gares adaptée à la potentielle présence de gypse et d'argiles Etude de vulnérabilité du bâti Injection et/ou comblement des anciennes carrières identifiées Mise en œuvre d'un système de reconnaissance géophysique à l'avancement Prise en compte des prescriptions réglementaires associées aux PPRn **Mesure de suivi** Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux Arrêt des travaux et mise en œuvre d'une bande de sécurisation **PHASE D'EXPLOITATION** Pas de mesure spécifique.	négligeable
	Fuseau d'étude inscrit en dehors des zones à dissolution du gypse identifiées dans le projet de PPRn en Seine-Saint-Denis et au sein des zones à dissolution de gypse identifiées par l'IGC	Le sous-sol ne présente pas de couche gypseuse en interaction avec la Ligne 15 Ouest Infrastructure en dehors des zones de dissolution du gypse du projet de PPRn		négligeable
	Aléa retrait-gonflement des argiles faible à modéré sur la section ; PPRn prescrit	OA 330 (Puits de sortie du tunnelier) : zone d'aléa moyen et situé dans le périmètre du projet de PPRn		négligeable
		Gare Bois-Colombes, OA 321 (Puits d'entrée du tunnelier) + OA 322 : zone d'aléa faible et OA322 situé dans le périmètre du projet de PPRn		négligeable
	Absence de glissements de terrain	Aucun ouvrage concerné		négligeable

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.5.9 Coûts liés aux mesures d'accompagnement en réponse au risque géologique

3.5.9.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Coûts des mesures – Phase chantier

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Investigations des anciennes carrières avant le chantier et reconnaissances approfondies avant le chantier des secteurs gypseux, comprenant la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques au sens de la norme NF P 94-500	Fonction des marchés publics contractés
Utilisation des résultats des études d'interférométrie radar	Fonction des marchés publics contractés
Etude de vulnérabilité du bâti	Fonction des marchés publics contractés
Choix de la technique du tunnelier pour la construction du tunnel et technique de conception des gares adaptée à la potentielle présente de gypse et d'argiles	Intégré au coût des travaux
Injection et/ou comblement des anciennes carrières identifiées	Intégré au coût des travaux
Mise en œuvre d'un système de reconnaissance géophysique à l'avancement	Intégré au coût des travaux
Auscultation de surface des zones sensibles en amont et pendant les travaux	Fonction des marchés publics contractés
Arrêt des travaux et mise en œuvre d'une bande de sécurisation	Coût associé à l'arrêt du chantier (arrêt du tunnelier égal à 100 000€ / jour).

Les coûts de mises en œuvre de certaines des mesures précitées sont directement liées aux techniques constructives mises en œuvre. A titre indicatif :

- le m² de paroi moulée est évalué à environ 500 € HT,
- le m² de fond injecté est évalué à environ 400 € HT,
- le forage d'injection est estimé à 1 500 € HT du mètre linéaire.

3.5.9.2 Coûts liés aux mesures en phase d'exploitation

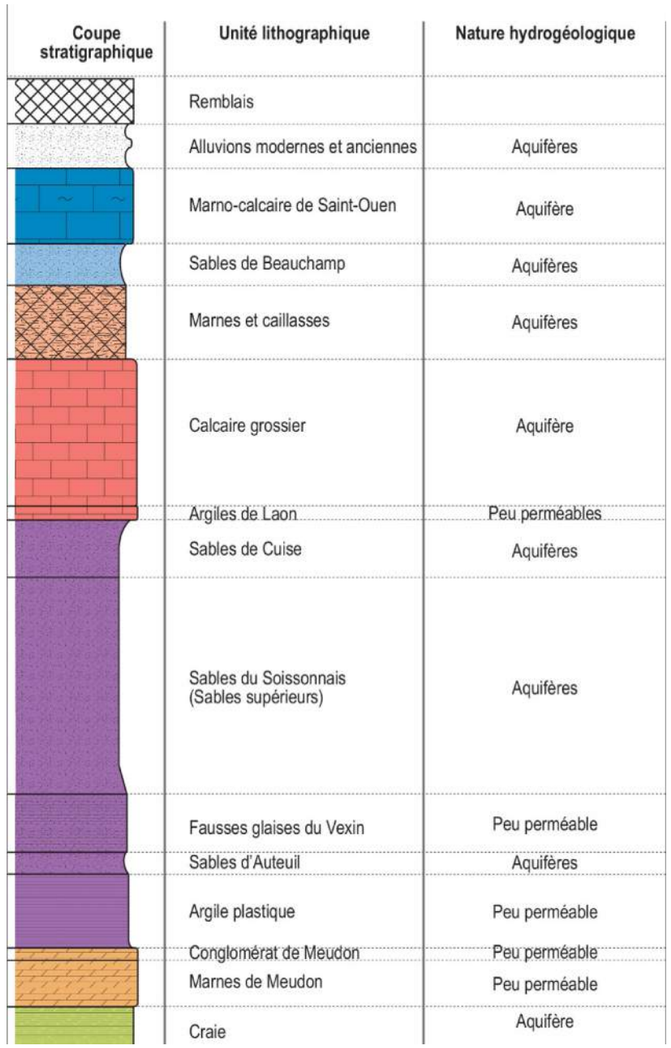
Aucune mesure n'est nécessaire : aucun coût n'est estimé.

3.6 Hydrogéologie

La réalisation d'un projet souterrain, de type métro, est susceptible de modifier les écoulements d'eau et ainsi d'impacter la (ou les) nappe(s) d'eau souterraine qu'il recoupe. Ce chapitre présente les différents types d'impacts induits par le projet sur le contexte hydrogéologique du secteur d'étude en distinguant les impacts en phase travaux et en phase exploitation.

3.6.1 Rappel des principales caractéristiques hydrogéologiques et enjeux identifiés

Au niveau de la Ligne 15 Ouest, les formations géologiques rencontrées sont les suivantes :



Log géologique rencontré au niveau du secteur d'étude

Dans l'ensemble la géométrie des strates s'apparente à une « cuvette » dont le point de convergence est situé au niveau de la gare Les Grésillons. La structure géologique est relativement homogène (absence de faille ou d'accident tectonique majeur), les séries géologiques se suivent donc très bien sur l'ensemble du fuseau d'étude. Les études géotechniques ont identifié trois secteurs à a géologie remarquable :

- au sud du plateau de Saint-Cloud où les alluvions de la Seine ont érodé l'ensemble de la série du Tertiaire et reposent directement sur la craie du Campanien. Il est probable que les strates supérieures des terrains crayeux soient altérés dans ce secteur ;

- autour de la gare de Nanterre La Boule où est constatée une discontinuité sédimentaire puisque les terrains très récents (remblais et colluvions) reposent directement sur les formations sablo-argileuses de l'Yprésien ;

- à l'extrémité Nord après la gare des Grésillons, où une succession des couches parait très perturbée sur les 60 premiers mètres. Les terrains sont remaniés, friables, parfois mélangés. Des traces de gypse ont été identifiées dans presque tous les horizons. La couche de Sables de Beauchamp est plus épaisse que la normale (18 m) et renferme des vides.

Cinq grands aquifères multicouches sont recoupés par le fuseau d'étude de la Ligne 15 Ouest, mais seulement 3 (en gras) sont recoupées par les ouvrages de par leurs profondeurs :

- La nappe alluviale ;

- l'Éocène supérieur (Marno-calcaire de Saint-Ouen (SO) et Sables de Beauchamps (SB)) ;

- l'Éocène moyen et inférieur constitué des couches supérieures de la série Yprésienne (Marnes et Caillasses, Calcaires Grossiers (Cg), Sables, Argiles Plastique) ;

- Les séries Sélandiennes (SA) (Marnes de Meudon, Calcaire Montien, la Craie sénonienne) ;

- La craie campanienne (Craie).

Remarque : la nappe alluviale est en connexion hydraulique avec les formations sous-jacentes. Elle est donc recoupée lorsque présente, mais il a été considéré comme commune avec la formation sous-jacente. Elle n'est donc pas considérée comme une quatrième formation aquifère recoupée.

Sur le linéaire de la Ligne 15 Ouest, les remarques suivantes peuvent être faites :

- Aucun horizon peu perméable ne sépare la nappe alluviale des séries sous-jacentes (Craie au niveau de Saint-Cloud ou calcaire de Saint-Ouen au niveau de Saint-Ouen). Par conséquent, les niveaux d'eau sont à l'équilibre. Dans l'ensemble, la Seine constitue le niveau de base.

- Il est couramment admis que le sommet marneux des Marnes et Caillasses constitue une interface peu perméable qui sépare les aquifères de l'Eocène supérieur (SO et SB) de l'ensemble Eocène moyen (Cg à SA). Sur ce secteur, cela ne semble valable que sur Rueil-Malmaison où les niveaux de chaque aquifère sont bien distincts. Ce secteur peut être distingué du secteur de la plaine de la Seine, où tous les niveaux semblent à l'équilibre.

- De la même manière, les Argiles Plastiques à la base des séries Yprésiennes constituent une limite imperméable. C'est la seule formation considérée comme imperméable. Elle fait écran aux écoulements verticaux.

- L'aquifère de la Craie est libre et pas entièrement saturé.

D'une manière générale, il apparait des différences de niveau de charge relativement importantes entre les aquifères au droit du plateau de Saint-Cloud (niveau de la nappe de la craie < niveau de la nappe des Calcaires < niveau des séries sableuses Yprésiennes < niveau des Calcaires Grossiers).

Dans la plaine après la gare de Nanterre la Folie, il semble à l'inverse que les niveaux entre les différentes nappes soient globalement à l'équilibre pour les séries concernées (sables Yprésiens, Calcaires Grossiers et alluvions).

3.6.2 Positionnement de l'infrastructure vis-à-vis des aquifères

Depuis le passage sous la Seine au sud, le projet recoupe successivement :

- Le **plateau de Saint-Cloud** qui forme un relief relativement important qui se distingue assez nettement du reste du paysage. Celui-ci s'étend jusqu'à quelques kilomètres après la gare de Rueil/Suresnes « Mont-Valérien », soit sur un linéaire d'environ 6 500 mètres ;

- La **plaine d'inondation de la Seine**, caractérisée par une topographie relativement plane et la présence en surface d'alluvions quaternaires qui apparaissent après le franchissement du secteur de la Défense.

Du sud au Nord, **le tunnel** s'inscrit successivement dans les aquifères suivants :

- la nappe de la Craie dans le secteur de Boulogne-Billancourt, Meudon et Saint-Cloud, et potentiellement dans le secteur de nanterre La Boule (sondages G2 devant confirmer les relevés faits lors de la G1) ;

- au sein de l'Eocène Inférieur et Moyen, sur la majeure partie du linéaire compris entre l'OA 233 et Saint-Denis Pleyel. En effet, le tunnel s'inscrit principalement au sein des Sables de Cuise, des Marnes et Caillasses et des Calcaires Grossiers ;

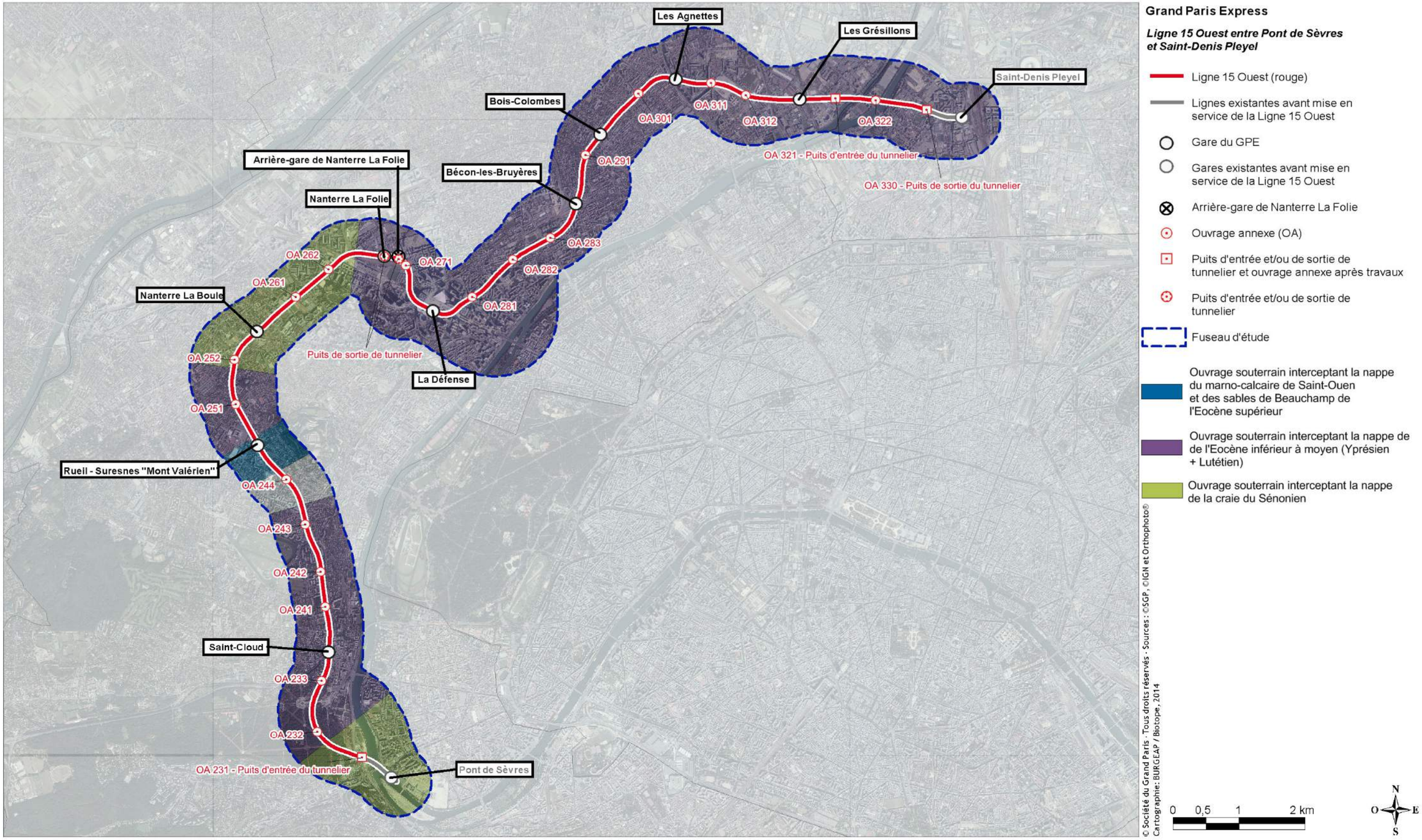
- ponctuellement, le tunnel s'inscrit entre le toit de la bnappe de l'Eocène Inférieur et Moyen et l'assise de la nappe de l'Eocène Supérieur (cas au niveau de Rueil-Suresnes « Mont Valérien », de l'OA 281).

Secteur	***Position du tunnel***	***Aquifère***
Pont de Sèvres - 700 m avant gare de St Cloud	dans nappe de la craie	des Marnes de Meudon, du Calcaire Montien et de la Craie d'âge Sénonien
700 m avant gare de St Cloud - 500 m avant gare de St Cloud	dans nappe de l'Yprésien (mais argiles plastiques imperméables donc pas de nappe)	Éocène inférieur
500 m avant gare de St Cloud - gare de St Cloud	dans nappe Marnes & caillasses / Calcaires grossiers	Éocène moyen
gare de St Cloud - 1.5 km au-delà	dans nappe de l'Yprésien (mais argiles plastiques + fausse glaises imperméables donc pas de nappe)	Éocène inférieur
1.5 km au-delà de la gare de St Cloud - gare de Rueil	dans nappe des Marnes & caillasses / Calcaires grossiers	Éocène moyen
gare de Rueil - 800 m au-delà	dans nappe des Marnes & caillasses / Calcaires grossiers	Éocène moyen
800 m au-delà de la gare de Rueil - 400 m avant la gare de Nanterre la Boule	dans nappe de l'Yprésien (Sables de cuise)	Éocène inférieur
400 m avant la gare de Nanterre la Boule - 100 m au-delà de la gare de Nanterre la Boule	Interface nappe de l'Yprésien(argiles plastiques imperméables) / nappe des Calcaires Montien – probablement pas de nappe	Éocène inférieur / Marnes de Meudon, du Calcaire Montien et de la Craie d'âge Sénonien
100 m au-delà de la gare de Nanterre la Boule - 400 m avant la gare Nanterre la Folie	dans nappe de l'Yprésien	Éocène inférieur
400 m avant la gare Nanterre la Folie - gare a Défense - gare Bécon - gare Bois-Colombes - gare les Agnettes - 600 m avant la gare des Grésillons	dans nappe Marnes & caillasses / Calcaires grossiers	Éocène moyen
600 m avant la gare des Grésillons - 600 m au-delà de la gare des Grésillons	dans nappe Marno-calcaires de St-Ouen / Sables de Beauchamp	Éocène supérieur

Position du tunnel vis à vis des nappes

La carte ci-contre permet d'appréhender la position du tunnel vis-à-vis des nappes en présence. Les coupes géologiques de l'infrastructure sont placées pages suivantes :

Position du tunnel vis – vis des nappes



3.6.3 Implantation des gares vis-à-vis du contexte géologique et hydrogéologique

L'implantation des gares vis-à-vis du contexte géologique et hydrogéologique est donné au travers des cartes placées pages suivantes (fiches gares).

Nappes intersectées par les différentes gares de la ligne

Gare	Aquifère Eocène supérieur	Aquifère Eocène moyen	Aquifère Eocène inférieur	Aquifère Marnes de Meudon, du Calcaire Montien et de la Craie d'âge Sénonien
Saint Cloud		x		
Rueil	x	x		
Nanterre la Boule			x	x
Nanterre la Folie		x		
La Défense		x		
Bécon-les-Bruyères	x	x		
Bois-Colombes	x	x		
Les Agnettes	x	x		
Les Grésillons	x			

En conclusion, tous les ouvrages constituant la Ligne 15 Ouest, y compris le tunnel, recoupent une ou plusieurs formations aquifère.

Les fiches gares placées pages suivantes permettent de connaitre la situation hydrogéologique des différents ouvrages.

3.6.4 Enjeux vis-à-vis d'un projet de type métro souterrain

Deux types d'impacts potentiels peuvent être provoqués par un projet de type métro souterrain et sont susceptibles affecter les conditions hydrogéologiques actuelles :

- **En phase chantier** : les rabattements de nappe pour les phases chantier liés à la construction des gares souterraines profondes peuvent engendrer des baisses des niveaux piézométriques (baisses ponctuelles le temps de la phase chantier) et s'étendre au-delà de l'emprise des gares et notamment au champ captant de Villeneuve-la-Garenne. Les gares des Agnettes, des Grésillons et de Saint-Denis Pleyel (Gare hors étude Ligne 15 Ouest) sont les gares les plus proches du champ captant et présentent donc, *a priori*, les incidences potentielles les plus importantes.

  De même, les opérations de rabattement de nappe pour la construction de la gare de la Défense peuvent engendrer des baisses des niveaux piézométriques de la nappe de l'Eocène inférieur (Sables de Cuise), qui constituent une formation géologique potentiellement compressible, et donc potentiellement sujette à des phénomènes de tassement.

  Une attention particulière a donc été portée pendant les phases d'études préliminaires pour étudier les effets sur le champ captant et éviter les risques de déstabilisation des terrains qui pourraient survenir (gare de la Défense).

- **En phase définitive** : la modification de la perméabilité du milieu, par la mise en place du tunnel souterrain et des gares souterraines, est susceptible de perturber les lignes d'écoulement et donc les sens, gradient et direction d'écoulement des aquifères, notamment à proximité du champ captant de Villeneuve-la-Garenne. Cela peut entrainer des remontées de nappe à la surface et donc des inondations dans les secteurs les plus sensibles.

Ainsi, le champ captant de Villeneuve-la-Garenne, exploitant les nappes de l'Eocène moyen et de l'Éocène inférieur, constitue la cible principale des impacts potentiels du projet de par son usage d'intérêt public (eau potable). Toutefois, dans le secteur de la Défense notamment, les impacts du projet, surtout en phase chantier, peuvent également avoir des impacts qu'il convient d'évaluer (risque de tassement). Une attention particulière a été portée sur ces deux secteurs.

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de Saint-Cloud

Gare Saint-Cloud

Synthèse générale :

- Gare ancrée dans les Argiles plastiques de l'Yprésien (formation imperméable)

- Boite gare interceptant :

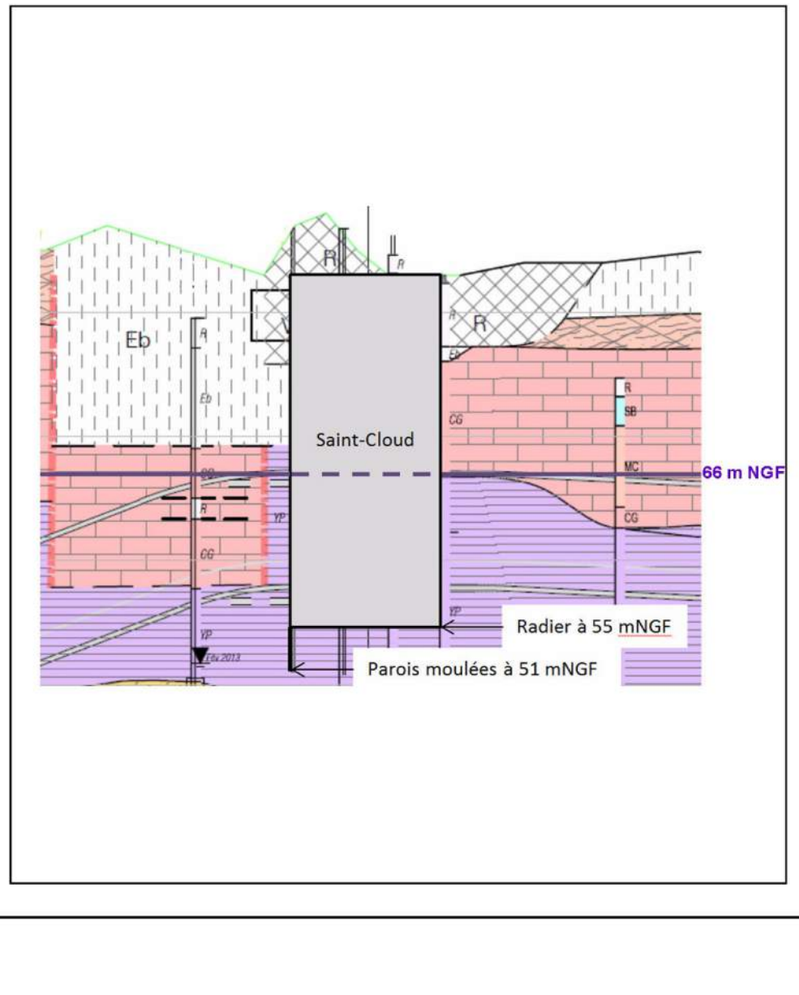
- totalement la nappe de l'Yprésien et du Lutétien (aquifère de l'Eocène inférieur à moyen)

⟶ sensibilité à l'effet barrage forte

Tableau de synthèse géologique et hydrologique et contraintes associées

Cote approximative du terrain naturel	+85 m NGF	
Cote approximative du radier	+55 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-18 m : Remblais/Eboulis	Perméabilité variable
	18-39 m : Argiles plastiques	Très peu perméables
	39-42 m : Marnes de Meudon	Rattaché à l'aquifère de la Craie, peu perméable sous couverture tertiaire
	À partir de 42 m : Craie	
Cote approximative de la nappe	Environ 66 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen Environ 29 m NGF : nappe du Montien et de la Craie	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement moyen (environ 11 m) Paroi moulée Débit résiduel potentiellement modéré	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage forte	
Usage de l'eau	Nappe potentiellement peu exploitée	
Pollution	Risque de pollution des eaux souterraines faible	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées	
	Mise en place éventuelle de dispositifs de régulation de la nappe pour compenser l'effet barrage	
Etudes à réaliser	Etudes hydrogéologiques détaillées (dossier loi sur l'eau, vérification du gradient hydraulique, détermination du débit d'exhaure en phase chantier)	

Coupe géologique au droit de la gare



© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®, Coupes ARCADIS - Novembre 2013 - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien »

Gare Rueil - Suresnes "Mont Valérien"

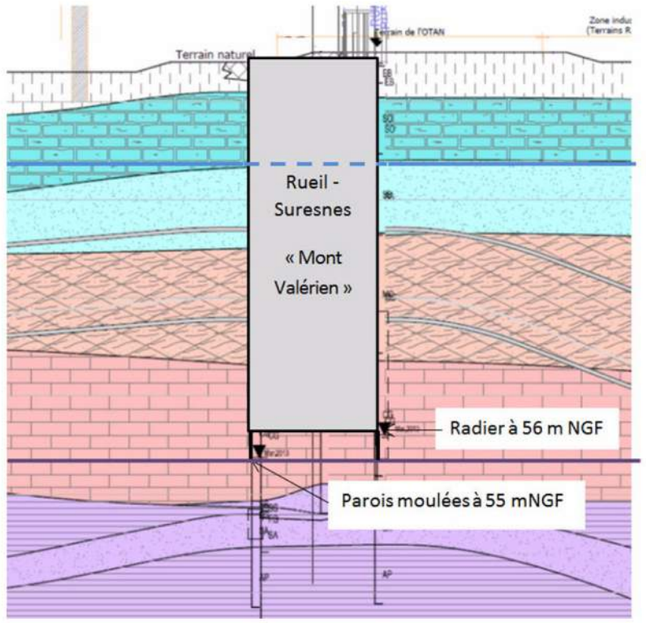
Synthèse générale :
- **Gare ancrée dans la base des Calcaires grossiers**
- **Boite gare interceptant :**
  - **la nappe de l'Eocène supérieur (occultation totale)**
  - **la nappe de l'Yprésien et du Lutétien (aquifère de l'Eocène inférieur à moyen) (occultation partielle)**

⟶ sensibilité à l'effet barrage forte

Tableau de synthèse géologique et hydrologique et contraintes associées

Cote approximative du terrain naturel	+93 m NGF	
Cote approximative du radier	+56 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-2 m : Remblais/Eboulis	Perméabilité variable
	2-9 m : Calcaires de Saint Ouen	
	9-18 m : Sables de Beauchamp	
	18-29 m : Marnes et caillasses	Semi-perméable
	29-43 m : Calcaires grossiers	Aquifère à perméabilité de fissure ($K = 10^{-4}$ m/s)
	43-48 m : Sables de Cuise/Sables d'Auteuil	
	À partir de 39m : Argiles plastiques	Très peu perméable
Cote approximative de la nappe	Environ 83 m NGF : nappe de l'Eocène sup Environ 55 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important (environ 27 m) Paroi moulée Débit résiduel potentiellement important	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage forte	
Usage de l'eau	Nappe potentiellement peu exploitée	
Pollution	Risque de pollution des eaux souterraines faible	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées	
	Mise en place éventuelle de dispositifs de régulation de la nappe pour compenser l'effet barrage	
Etudes à réaliser	Etudes hydrogéologiques détaillées (dossier loi sur l'eau, vérification du gradient hydraulique, détermination du débit d'exhaure en phase chantier)	

Coupe géologique au droit de la gare



© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25©, Coupes ARCADIS - Novembre 2013 - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de Nanterre la Boule

Gare Nanterre La Boule

Synthèse générale :

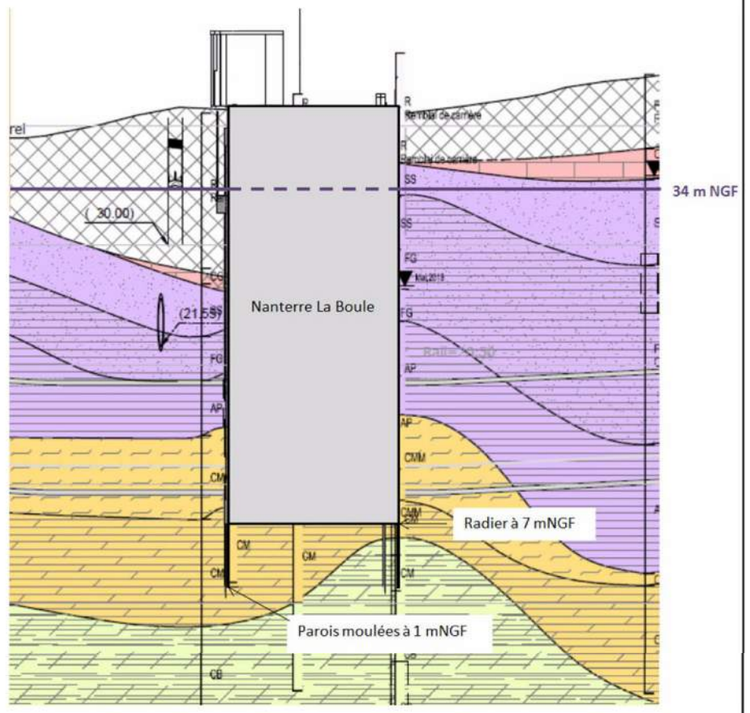
- **Gare ancrée dans la Craie et les Calcaires de Meudon**
- **Boite gare interceptant :**
  - **totalement la nappe de l'Yprésien et du Lutétien (aquifère de l'Eocène inférieur à moyen)**

⟶ **sensibilité à l'effet barrage faible**

Tableau de synthèse géologique et hydrologique et contraintes associées

Cote approximative du terrain naturel	+42 m NGF	
Cote approximative du radier	+7 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-6 m : Remblais	Perméabilité variable
	6-10 m : Calcaires grossiers	Aquifère à perméabilité de fissure ($K = 10^{-4}$ m/s)
	10-22 m : Sables de Cuise/Sables d'Auteuil	
	22-29 m : Argiles plastiques	Très peu perméable
	29-35 m : Marnes de Meudon	Rattaché à l'aquifère de la Craie, peu perméable sous couverture tertiaire
	35-42 m : Calcaires Montien	Aquifère à perméabilité de fissure
	A partir de 42 m : Craies	
Cote approximative de la nappe	Environ 34 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important (environ 27 m) Paroi moulée Débit résiduel important	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage faible (estimé en phase définitive à moins de 10 cm)	
Usage de l'eau	Nappe potentiellement peu exploitée	
Pollution	Risque de pollution des eaux souterraines faible	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées	
	Mise en place éventuelle de dispositifs de régulation de la nappe pour compenser l'effet barrage	
Etudes à réaliser	Etudes hydrogéologiques détaillées (dossier loi sur l'eau, vérification du gradient hydraulique, détermination du débit d'exhaure en phase chantier, mise à jour de la modélisation)	

Coupe géologique au droit de la gare



© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®, Coupes ARCADIS - Novembre 2013 - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de Nanterre la Folie

Gare Nanterre La Folie

Synthèse générale :

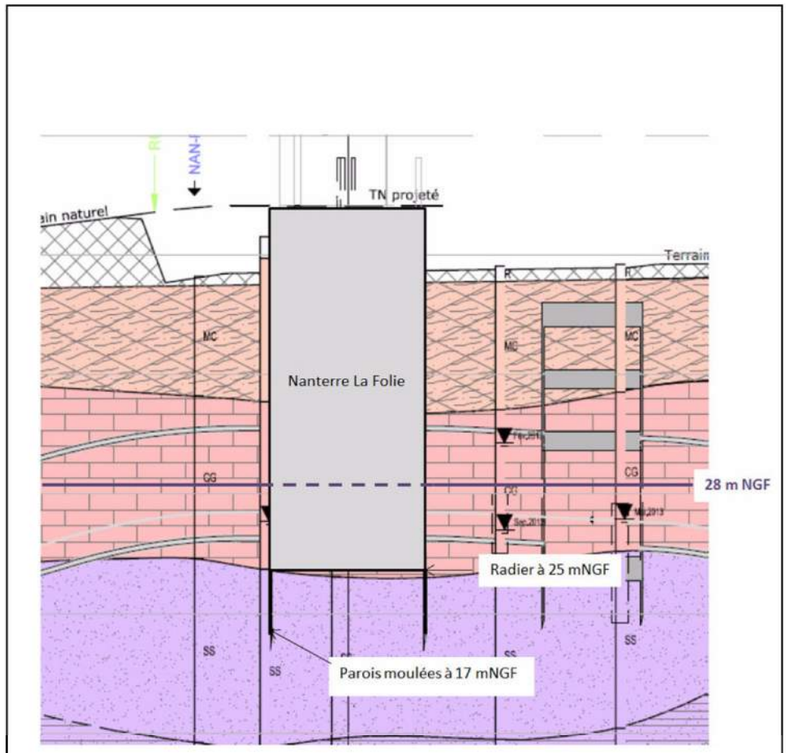
- **Gare ancrée dans les Sables de Cuise**
- **Boite gare interceptant :**
  - **totalement totalement la nappe du Lutétien (aquifère de l'Eocène moyen)**

⟶ **sensibilité à l'effet barrage moyenne**

Tableau de synthèse géologique et hydrologique et contraintes associées

Cote approximative du terrain naturel	+48 m NGF	
Cote approximative du radier	+25 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-1 m : Remblais	Perméabilité variable
	1-12 m : Marnes et caillasses	Semi-perméable
	12-24 m : Calcaires grossiers	Aquifère à perméabilité de fissure ($K = 10^{-4}$ m/s)
	24-55 m : Sables de Cuise/Sables d'Auteuil	
	55-62 m : Argiles plastiques	Très peu perméable
	A partir de 62 m : Marnes de Meudon	Rattaché à l'aquifère de la Craie, peu perméable sous couverture tertiaire
Cote approximative de la nappe	Environ 28 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement modéré (environ 3 m) Paroi moulée Débit résiduel important (90 m^3/h estimé par modélisation)	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage moyenne (relèvement estimé en phase définitive à 20 cm)	
Usage de l'eau	Nappe potentiellement peu exploitée	
Pollution	Risque de pollution des eaux souterraines faible	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées	
	Mise en place éventuelle de dispositifs de régulation de la nappe pour compenser l'effet barrage	
Etudes à réaliser	Etudes hydrogéologiques détaillées (dossier loi sur l'eau, vérification du gradient hydraulique, détermination du débit d'exhaure en phase chantier, mise à jour de la	

Coupe géologique au droit de la gare



© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®, Coupes ARCADIS - Novembre 2013 - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de La Défense

Gare La Défense

Synthèse générale :

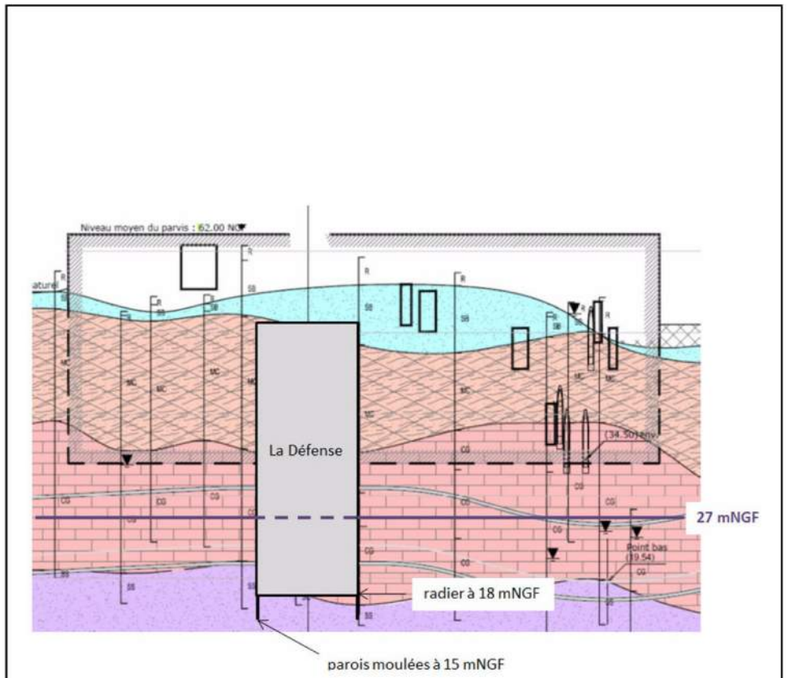
- Gare ancrée dans les Sables de Cuise
- Boite gare interceptant :
  - totalement la nappe du Lutétien (aquifère de l'Eocène moyen)
  - partiellement la nappe de l'Yprésien (aquifère de l'Eocène inférieur)

→ sensibilité à l'effet barrage moyenne

Tableau de synthèse géologique et hydrologique et contraintes associées

Cote approximative du terrain naturel	+55 m NGF	
Cote approximative du radier	+18 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-5 m : Sables de Beauchamp	
	5-20 m : Marnes et caillasses	Semi-perméable
	20-27 m : Calcaires grossiers	Aquifère à perméabilité de fissure ($K = 10^{-4}$ m/s)
	27-60 m : Sables de Cuise/Sables d'Auteuil	
	60-77 m : Argiles plastiques	Très peu perméable
	A partir de 77 m : Marnes de Meudon	Rattaché à l'aquifère de la Craie, peu perméable sous couverture tertiaire
Cote approximative de la nappe	Environ 27 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement faible Aucune méthode constructive limitant les arrivées d'eau souterraine Débit résiduel important (180 m^3/h)	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage moyenne (relèvement estimé en phase définitive à 20 cm)	
Usage de l'eau	Sensibilité forte : nappe exploitée (géothermie) nappe profonde (Albien) exploitée à proximité pour usage AEP	
Pollution	Risque de pollution des eaux souterraines faible	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées	
	Mise en place éventuelle de dispositifs de régulation de la nappe pour compenser l'effet barrage	
Etudes à réaliser	Etudes hydrogéologiques détaillées (dossier loi sur l'eau, vérification du gradient hydraulique, détermination du débit d'exhaure en phase chantier, mise à jour de la modélisation)	

Coupe géologique au droit de la gare



© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®, Coupes ARCADIS - Novembre 2013 - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de Bécon-les-Bruyères

Gare Bécon-les-Bruyères

Synthèse générale :

- Gare ancrée dans les Calcaires grossiers

- Boite gare interceptant :

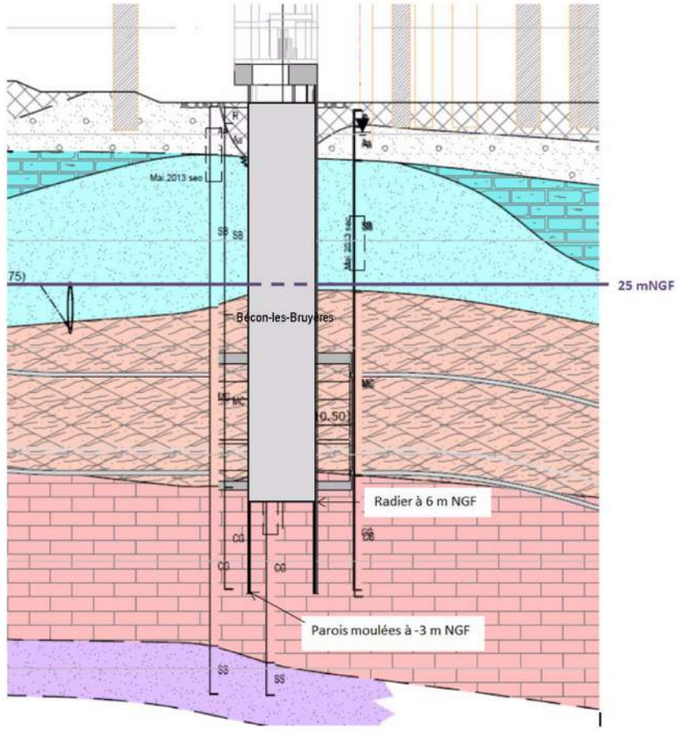
- partiellement la nappe du Lutétien (aquifère de l'Eocène moyen)

⟶ sensibilité à l'effet barrage faible

Tableau de synthèse géologique et hydrologique et contraintes associées

Cote approximative du terrain naturel	+43 m NGF	
Cote approximative du radier	+6 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-6 m : Remblais	Perméabilité variable
	6-18 m : Sables de Beauchamp	
	18-35 m : Marnes et caillasses	Semi-perméable
	35-53 m : Calcaires grossiers	Aquifère à perméabilité de fissure ($K = 10^{-4}$ m/s)
	A partir de 77 m : Sables de Cuise/Sables d'Auteuil	
Cote approximative de la nappe	Environ 25 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important (environ 19 m) Paroi moulée sur le puits central, aucune sur les extrémités Débit résiduel important (estimation par modélisation) : 140 m^3/h intérieur du puits central sous paroi moulée (estimation par modélisation) 350 m^3/h avec les extensions extérieures sans protection de paroi moulée	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage faible (relèvement estimé en phase définitive à moins de 10 cm)	
Usage de l'eau	Nappe potentiellement peu exploitée	
Pollution	Risque de pollution des eaux souterraines faible	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées	
	Mise en place éventuelle de dispositifs de régulation de la nappe pour compenser l'effet barrage	
Etudes à réaliser	Etudes hydrogéologiques détaillées (dossier loi sur l'eau, vérification du gradient hydraulique, détermination du débit d'exhaure en phase chantier, mise à jour de la modélisation)	

Coupe géologique au droit de la gare



© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®,
Coupes ARCADIS - Novembre 2013 - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de Bois-Colombes

Gare Bois-Colombes

Synthèse générale :

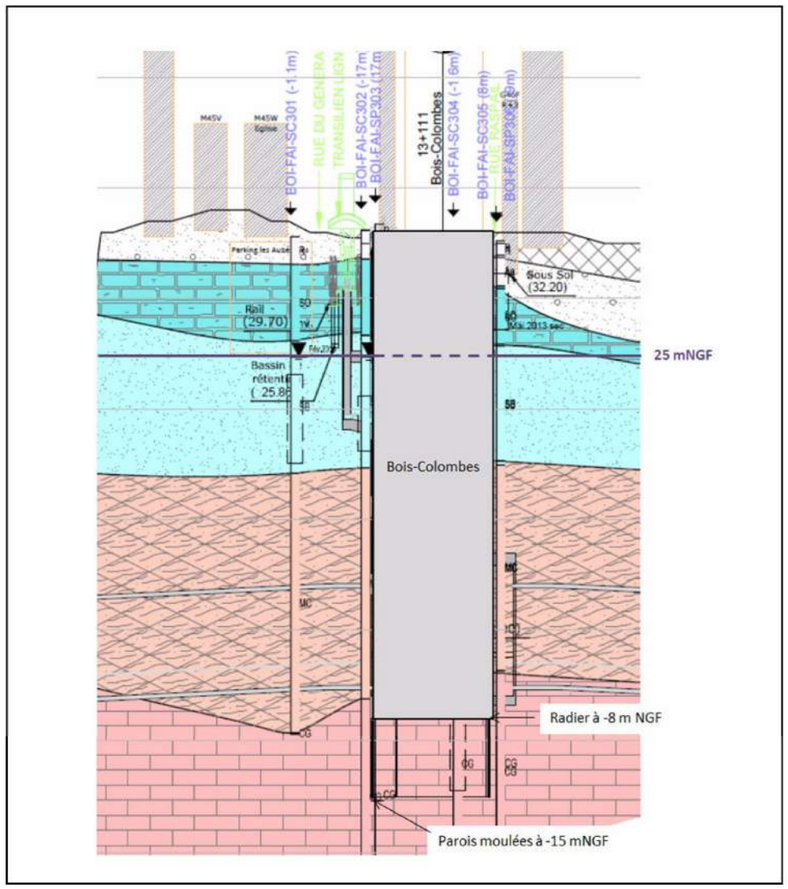
- **Gare ancrée dans les Calcaires grossiers**
- **Boite gare interceptant :**
  - **totalement la nappe des Sables de Beauchamp (aquifère de l'Eocène supérieur)**
  - **partiellement la nappe du Lutétien (aquifère de l'Eocène moyen)**

→ **sensibilité à l'effet barrage faible**

Tableau de synthèse géologique et hydrologique et contraintes associées

Cote approximative du terrain naturel	+35 m NGF	
Cote approximative du radier	-8 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-2 m : Remblais	Perméabilité variable
	2-10 m : Calcaires de St Ouen	
	10-19 m : Sables de Beauchamp	
	19-29 m : Marnes et caillasses	Semi-perméable
	29-57 m : Calcaires grossiers	Aquifère à perméabilité de fissure ($K = 10^{-4}$ m/s)
	A partir de 57 m : Sables de Cuise/Sables d'Auteuil	
Cote approximative de la nappe	Environ 25 m NGF : nappes de l'Eocène supérieur et nappe de l'Eocène inférieur à moyen	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important (environ 33 m) Paroi moulée Débit résiduel important (estimation par modélisation) : 220 m^3/h intérieur de la paroi moulée 680 m^3/h avec extérieur de la paroi moulée	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage faible (relèvement estimé en phase définitive à moins de 10 cm)	
Usage de l'eau	Sensibilité forte : nappe exploitée (géothermie, industrie)	
Pollution	Risque de pollution des eaux souterraines faible	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées	
	Mise en place éventuelle de dispositifs de régulation de la nappe pour compenser l'effet barrage	
Etudes à réaliser	Etudes hydrogéologiques détaillées (dossier loi sur l'eau, vérification du gradient hydraulique, détermination du débit d'exhaure en phase chantier, mise à jour de la modélisation)	

Coupe géologique au droit de la gare



© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®,
Coupes ARCADIS - Novembre 2013 - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare des Agnettes

Gare Les Agnettes

Synthèse générale :

- Gare ancrée dans les Calcaires grossiers

- Boite gare interceptant :

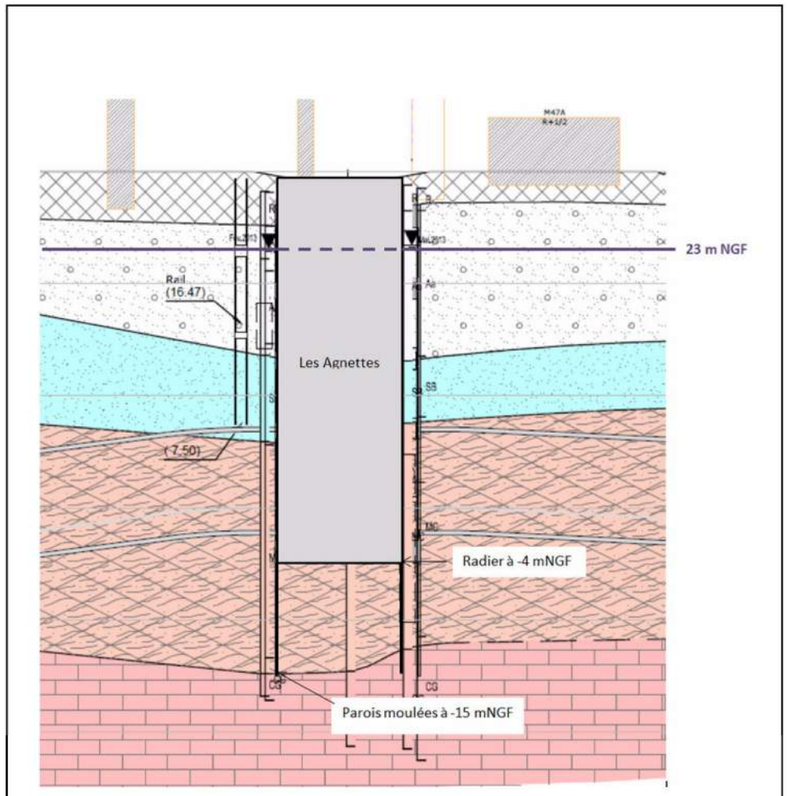
- partiellement la nappe du Lutétien (aquifère de l'Eocène moyen)

⟶ sensibilité à l'effet barrage faible

Tableau de synthèse géologique et hydrologique et contraintes associées

Cote approximative du terrain naturel	+29 m NGF	
Cote approximative du radier	-4 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-4 m : Remblais	Perméabilité variable
	4-16 m : Alluvions anciennes	
	16-24 m : Sables de Beauchamp	
	24-44 m : Marnes et caillasses	Semi-perméable
	A partir de 44 m : Calcaires grossiers	Aquifère à perméabilité de fissure ($K = 10^{-4}$ m/s)
Cote approximative de la nappe	Environ 23 m NGF : nappes de l'Eocène supérieur et nappe de l'Eocène inférieur à moyen	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important (environ 27 m) Paroi moulée Débit résiduel important : 125 m^3/h estimé par modélisation	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage faible (relèvement estimé en phase définitive à moins de 10 cm)	
Usage de l'eau	Nappe potentiellement peu exploitée	
Pollution	Pollution probable des eaux souterraines	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées	
	Mise en place éventuelle de dispositifs de régulation de la nappe pour compenser l'effet barrage	
Etudes à réaliser	Etudes hydrogéologiques détaillées (dossier loi sur l'eau, vérification du gradient hydraulique, détermination du débit d'exhaure en phase chantier, mise à jour de la modélisation)	

Coupe géologique au droit de la gare



© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®, Coupes ARCADIS - Novembre 2013 - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare des Grésillons

Gare Les Grésillons

Synthèse générale :

- Gare ancrée dans les Sables de Beauchamps

- Boite gare interceptant :

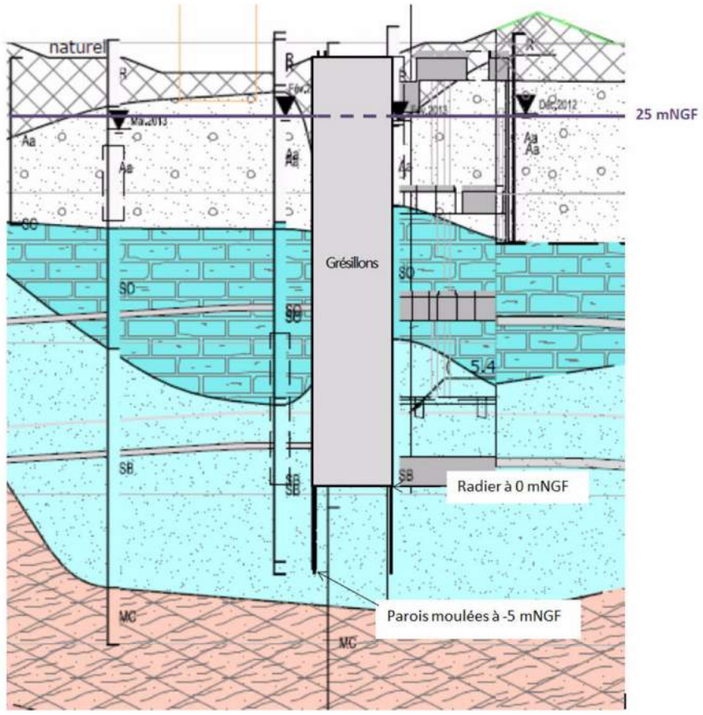
- partiellement la nappe des Marno-calcaires de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (aquifère de l'Eocène supérieur)

⟶ sensibilité à l'effet barrage faible

Tableau de synthèse géologique et hydrologique et contraintes associées

Cote approximative du terrain naturel	+29 m NGF	
Cote approximative du radier	+0 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-5 m : Remblais	Perméabilité variable
	5-10 m : Alluvions anciennes	
	10-19 m : Calcaires de Saint Ouen	
	19-37 m : Sables de Beauchamp	
	37-50 m : Marnes et caillasses	Semi-perméable
	A partir de 44 m : Calcaires grossiers	Aquifère à perméabilité de fissure ($K = 10^{-4}$ m/s)
Cote approximative de la nappe	Environ 25 m NGF : nappes de l'Eocène supérieur et nappe de l'Eocène inférieur à moyen	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important (environ 25 m) Paroi moulée Débit résiduel faible : < 5 m^3/h estimé par modélisation	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage faible (relèvement estimé en phase définitive à moins de 10 cm)	
Usage de l'eau	Sensibilité forte : Nappe de l'Eocène moyen et inférieur exploitée Captage AEP proche	
Pollution	Pollution probable des eaux souterraines	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées	
Etudes à réaliser	Etudes hydrogéologiques détaillées (dossier loi sur l'eau, vérification du gradient hydraulique, détermination du débit d'exhaure en phase chantier, mise à jour de la modélisation)	

Coupe géologique au droit de la gare



© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®, Coupes ARCADIS - Novembre 2013 - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

3.6.1 Impacts en phase chantier de la construction du tunnel concernant l'hydrogéologie

Le projet s'inscrit entièrement en souterrain, ce qui nécessite l'implantation d'ouvrages en sous-sol (tunnel, gares, ouvrages annexes…).

Leur construction est susceptible pour certains ouvrages de nécessiter des opérations de pompage des eaux souterraines, notamment en phase travaux.

A l'échelle du projet, l'évaluation des impacts en phase chantier a été réalisée en distinguant le tunnel et les gares. En effet, d'un point de vue hydrogéologique, la mise en place des gares apparaît beaucoup plus contraignante que le creusement du tunnel, ce dernier étant confiné les prélèvements d'eau souterraine sont très limités et l'épaisseur de terrain recoupée est limitée à la hauteur du tunnelier (soit une dizaine de mètres).

3.6.1.1 Analyse des modifications du régime d'écoulement des nappes

Pour la construction du tunnel, il est prévu le recours au tunnelier, méthode qui ne nécessite aucun pompage, la pressurisation du front de taille faisant obstacle à l'entrée de l'eau souterraine dans le tunnel. La mise en place de voussoirs en béton avec injection de mortier à l'avancement du tunnelier permet en outre d'assurer l'étanchéité en arrière du front de taille.

La technique du tunnelier permet ainsi d'éviter tout rabattement de nappe en créant une paroi étanche à l'avancement de l'excavation, du fait de la mise sous-pression de la chambre d'abattage.

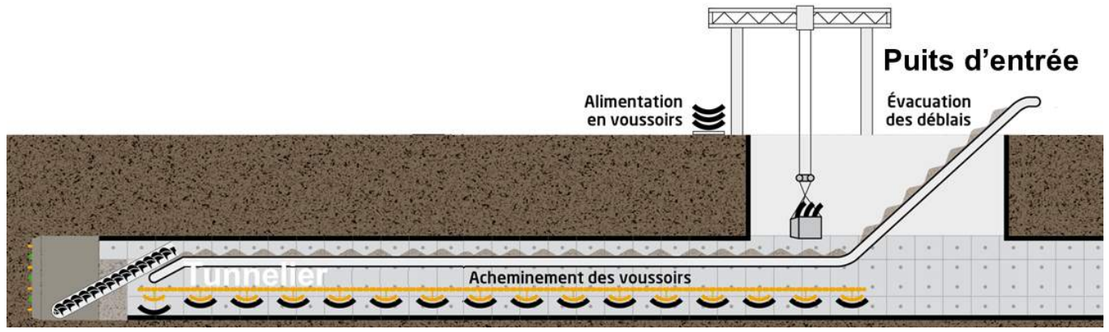


Schéma conceptuel de fonctionnement et d'approvisionnement du tunnelier

Pour les sections en tunnel, l'effet barrage est généralement très faible et difficilement perceptible. Cette transparence hydraulique s'explique essentiellement par la géométrie en tube qui permet aux écoulements souterrains de contourner facilement l'obstacle aussi bien par le haut que par le bas sans variation de niveau de grande amplitude.

3.6.1.2 Analyse de la mise en communication des nappes

La mise sous pression de la chambre d'abattage en tête de tunnelier permet d'éviter les arrivées d'eau à l'intérieur de l'ouvrage.

Par ailleurs, lors du creusement au tunnelier, le vide situé entre le terrain et les voussoirs tout autour de la paroi du tunnel (vide annulaire) est immédiatement injecté par un mortier de bourrage sous pression.

La technologie utilisée de forage au tunnelier limite donc le risque de communication entre nappes.

3.6.1.3 Analyse des effets sur la qualité des eaux souterraines

Le passage du tunnel pourrait théoriquement entraîner la mise suspension de fines dans la nappe d'eau souterrain, mais le risque que cela se propage aux forages du champ captant de Villeneuve-la-Garenne est faible. Les grains constituant les formations aquifères joueront le rôle de filtre et arrêteront ces fines avant les forages.

La base vie du tunnelier sera située à proximité de la gare des Grésillons donc proche du champ captant d'eau potable de Villeneuve-la-Garenne. Les terres excavées par le tunnelier seront remontées, stockées et évacuées par péniche au droit de cette base vie. Les activités exercées sur cette base vie pourraient être à l'origine de risques de pollution des sols et des nappes.

La base vie sera localisée dans l'emprise du périmètre de protection éloigné et potentiellement en partie dans le périmètre de protection rapprochée (à confirmer), les activités devront donc être adaptée aux contraintes réglementaire associées.

La sensibilité de ce secteur est forte du fait des périmètres de protection du champ captant d'eau potable de Villeneuve-la-Garenne.

3.6.1.4 Analyse des effets sur les usages des eaux souterraines

Des ouvrages exploitant les eaux souterraines ont été identifiés lors de l'état initial. Cependant, les travaux réalisés pour la mise en œuvre du tunnel permettent de s'affranchir d'incidences notables du projet sur le niveau des nappes souterraines et donc sur les autres usagers de cette ressource. En effet, le tunnel, par la méthode de mise en œuvre en tunnelier, est étanche aux échanges avec le milieu extérieur.

3.6.1.5 Mesures d'évitement et de réduction des risques en phase chantier de la construction du tunnel concernant l'hydrogéologie

La technique du tunnelier retenue évite tout rabattement de nappe et de tout pompage, ce qui est en soi une mesure permettant de limiter les impacts sur les eaux souterraines.

Il est prévu que le stockage des terres excavées par le tunnelier soit effectué sur sa base vie localisée à proximité de la gare des Grésillons et dans l'emprise du périmètre de protection éloigné et potentiellement en partie dans le périmètre de protection rapprochée (à confirmer) du champ captant d'eau potable de Villeneuve-la-Garenne. Une grande partie des terres excavées proviendront de formations situées à grande profondeur, ce qui limite également le risque de présence de terres potentiellement polluées.

Les mesures suivantes permettront de limiter les risques de contamination des eaux souterraines à partir de la base vie du tunnelier :

- prise en compte en amont des contraintes liées au champ captant afin d'éviter les situations à risque pour les eaux souterraines ;
- adaptation des activités sur la base vie aux contraintes liées au champ captant ;
- stockage des terres excavées de courte durée ;
- l'évacuation immédiate des terres excavées par péniche est privilégiée.

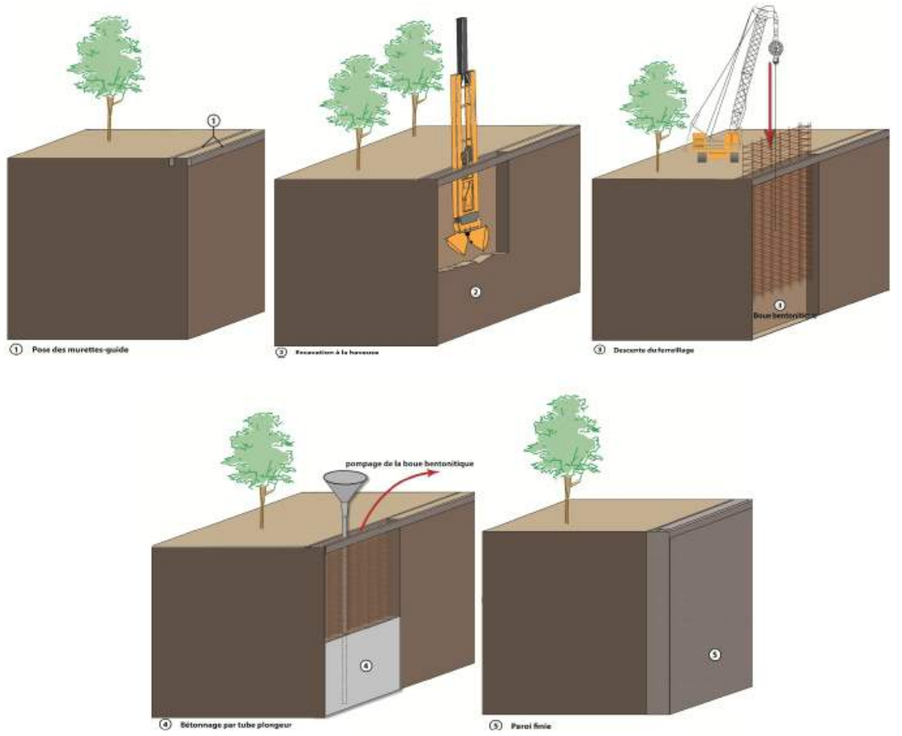
La prise en compte de ces mesures en amont et au cours des travaux permettra au projet de générer un impact négligeable sur le milieu environnant lors de sa réalisation et en phase d'exploitation.

3.6.2 Impacts en phase chantier de la construction des ouvrages concernant l'hydrogéologie

3.6.2.1 Analyse des modifications du régime d'écoulement des nappes

Le régime d'écoulement des nappes sera perturbé lors des travaux de réalisation des gares puisque les nappes d'eau souterraines seront systématiquement recoupées nécessitant des pompages d'eau souterraine pour permettre les travaux hors d'eau. Cependant, **la Société du Grand Paris prévoit pour l'ensemble des gares de recourir à la technique des parois moulées, à l'exception des gares la Défense et Bécon-les-Bruyères (seulement en partie).** Cette méthode constructive permet de limiter les pompages d'eau souterraine.

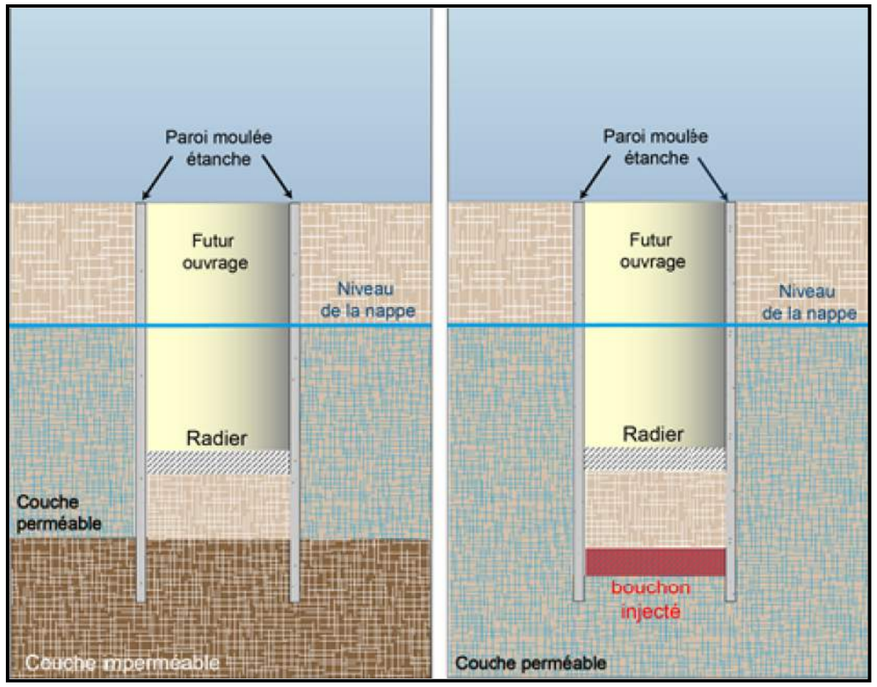
En effet, une paroi moulée est un écran en béton armé directement moulé dans le sol. Son rôle est d'assurer le soutènement des terres autour de la fouille, de servir d'enceinte étanche vis-à-vis de la nappe d'eau traversée et de reprendre, en partie ou en totalité, les descentes de charge de l'ouvrage pour en assurer les fondations.



Principe général de mise en œuvre de parois moulées

La technique de parois moulées que la Société du Grand Paris propose de mettre en œuvre présente l'avantage limiter l'entrée d'eau par le fond de fouille pendant les travaux. Plusieurs configurations sont possibles :

- Les parois de l'ouvrage sont ancrées dans une couche de sol de nature peu perméable : l'enceinte de la gare est alors quasiment imperméable dès la phase travaux. Hormis le pompage initial de l'eau dans le volume de la gare, la mise hors d'eau de l'ouvrage n'aura pas d'impact sur les eaux souterraines (pompage des infiltrations résiduelles).
- La couche géologique peu perméable est située à une profondeur plus importante que celle nécessaire pour la paroi moulée (stabilité mécanique assurée) : des fiches hydrauliques (prolongement des parois moulées) peuvent être mises en place et assurer ainsi la fermeture de la boîte d'un point de vue hydraulique.
- Les parois de l'ouvrage sont ancrées dans une couche géologique perméable sous nappe : la mise en œuvre d'un bouchon injecté entre parois moulées (traitements de terrain) permet alors de limiter les remontées d'eau dans l'enceinte de l'ouvrage. Il peut subsister des venues d'eau résiduelles ; leur évacuation est toutefois non significative au regard du niveau de la nappe baignant l'ouvrage.



Parois moulées ancrées dans une couche imperméable (à gauche) ou ajout d'un bouchon injecté (à droite) (Source : Société du Grand Paris)

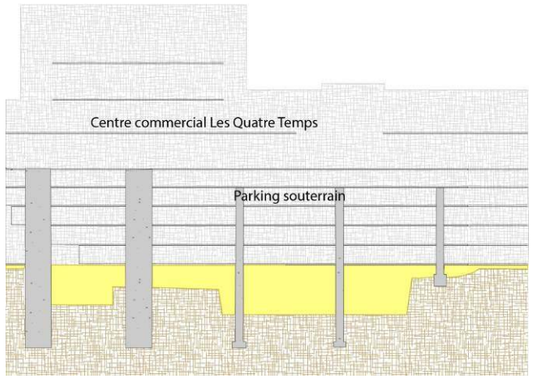
La mise en œuvre des parois moulées **permet de réduire la quantité d'eau à prélever, à traiter et limite considérablement le rabattement des nappes d'eau souterraine**.

Toutefois, les gares la Défense et Bécon-les-Bruyères seront réalisées avec des méthodes constructives différentes. La quantité d'eau à prélever sera donc plus importante que si une paroi moulée avant été réalisée. Il faut donc s'attendre à une modification du sens d'écoulement des eaux souterraines plus marquée. Ces deux cas sont détaillés ci-dessous.

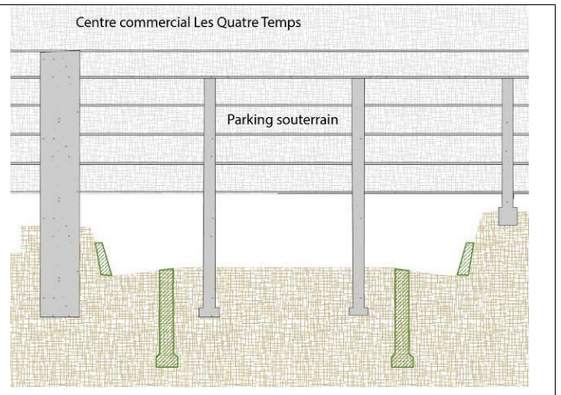
La Défense

Concernant la gare de la Défense, elle sera creusée en sous-œuvre à partir d'un niveau de sous-sol de parking existant. Une fois l'excavation des terres réalisée jusqu'au toit de la future gare, des arcs de reprise seront posés pour reprendre les charges du bâtiment situé au-dessus. Sous cette nouvelle structure, les excavations reprendront pour créer la gare proprement dite. Les travaux s'effectueront donc sans système de protection de type paroi moulée ; des pompages de rabattement vis-à-vis des eaux souterraines seront donc nécessaires. En fin de travaux, la gare sera rendue étanche.

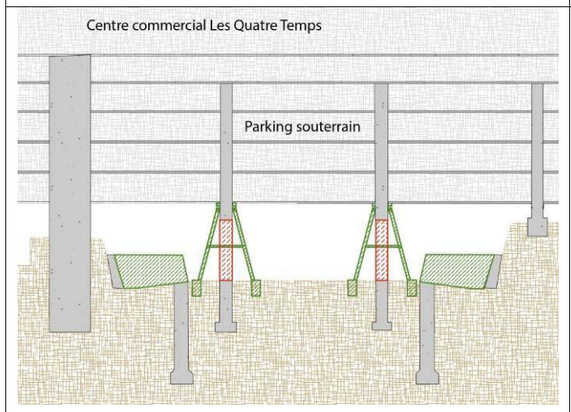
Les phases de constructions sont illustrées sur les schémas suivants.



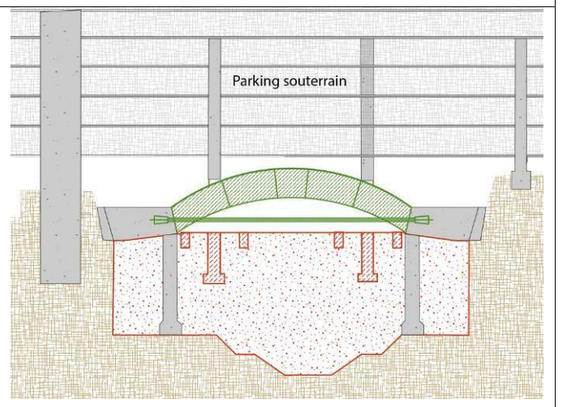
Situation initiale



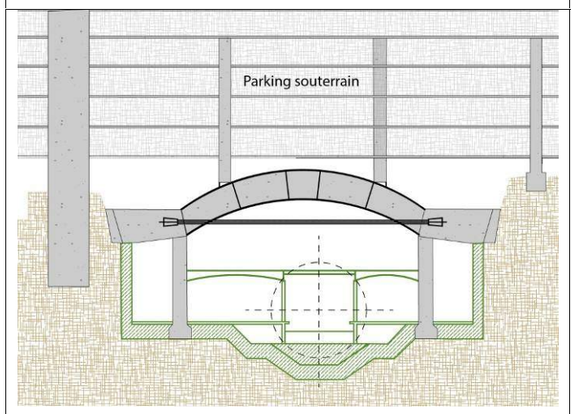
Phase 1 : Coulage des poteaux de la gare et préparation des reins des arches



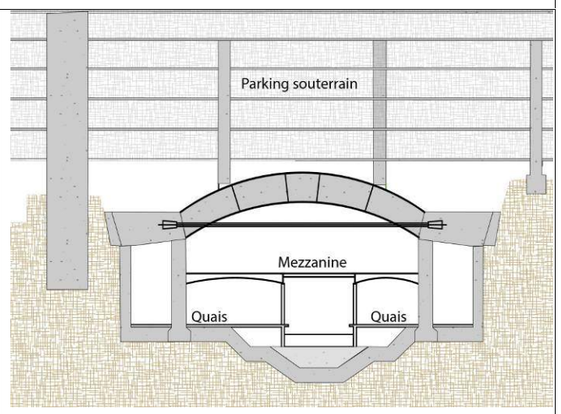
Phase 2 : Construction des poutres / butons soutiens des arches, mise en place des étais et démolition des poteaux existants du centre commercial



Phase 3 : Construction des arches, mise en place des tirants, phase de déblai de la gare et retrait des étais



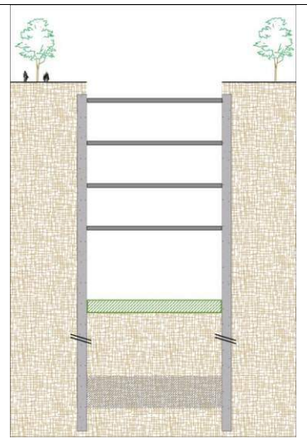
Phase 4 : Passage du tunnelier, construction du radier et aménagement de la gare



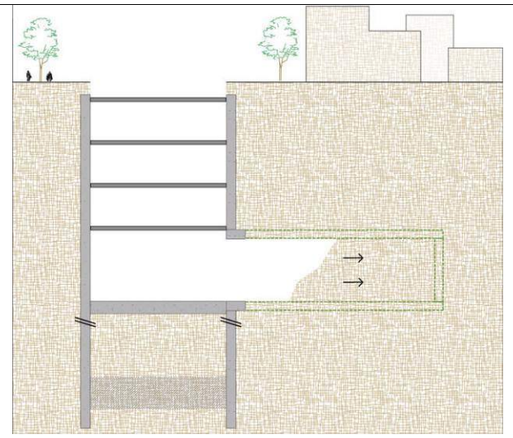
Situation finale : gare terminée

Bécon-les-Bruyères

La **gare de Bécon-les-Bruyères** sera réalisée avec des parois moulées pour son puits central. En effet, l'emprise disponible à la surface est insuffisante pour creuser l'emprise totale de la gare à ciel ouvert. Il est donc prévu de réaliser un puits central à ciel ouvert, protégé de parois moulées, jusqu'à atteindre la profondeur finale. Une fois cela réalisé, les parois seront percées aux deux extrémités pour permettre l'excavation latérale des terres. A ce stade, les travaux s'effectueront donc sans système de protection, des pompages de rabattement seront nécessaires pour se protéger vis-à-vis des eaux souterraines. En fin de travaux, la gare sera rendue étanche. Les phases de construction sont illustrées sur les schémas suivants :



Excavation du puits central avec des parois moulées



Terrassements de la partie de la gare réalisée en souterrain, avec mise en œuvre du radier, du soutènement provisoire et/ou du revêtement définitif à l'avancement du creusement

La modification de la piézométrie autour des gares (avec ou sans paroi moulée), lors des travaux peut être approchée par des essais sur le terrain (essais de pompage…) et par modélisation hydrogéologique. Les essais ne sont pas réalisés à ce stade. Une telle modélisation a été réalisée, mais elle ne concerne que la partie Nord de la Ligne 15 Ouest, de la gare Nanterre la Boule à Saint-Denis Pleyel et ne s'est intéressée qu'aux rabattements induits par l'ensemble des chantiers en cours au droit de chaque gare sur les deux cibles retenues précédemment au début du chapitre sur l'hydrogéologie.

Pour rappel, les deux cibles sont :

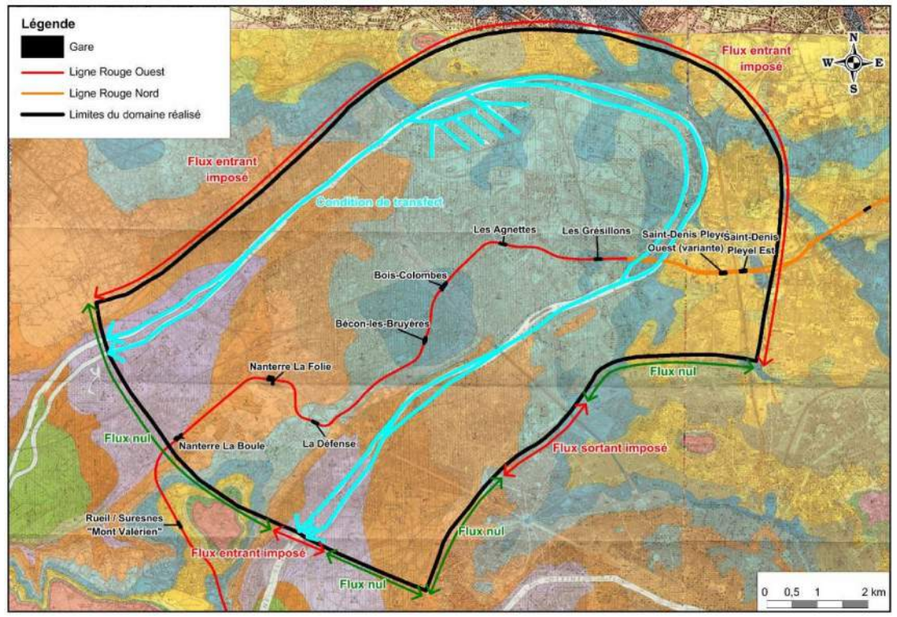
- Le champ captant d'eau potable de Villeneuve-la-Garenne car une baisse significative du niveau piézométrique induite par un rabattement d'eau souterraine en phase chantier pourrait limiter les capacités de production en eau potable ;
- La gare de la Défense car une baisse significative du niveau piézométrique induite par un rabattement d'eau souterraine en phase chantier dans les Sables de Cuise (nappe de l'Éocène inférieur) qui constituent une formation géologique potentiellement compressible, peut donc potentiellement entraîner des phénomènes de tassement.

Pour les gares Rueil-Suresnes « Mont Valérien » et Saint-Cloud, aucune modélisation n'a été réalisée à ce stade des études d'avant-projet. En fonction des données de terrain (essais de pompage, sondages..), il pourra être nécessaire d'évaluer les effets des travaux de réalisation de ces deux gares par une modélisation détaillée ou par des essais sur le terrain

3.6.2.2 Analyse des modifications du régime d'écoulement des nappes – cas particulier de la gare de la Défense

Comme indiqué précédemment, en phase d'étude préliminaires, la Société du Grand Paris a entrepris la réalisation d'une modélisation hydrogéologique dans le secteur Nord de la Ligne 15 Ouest dans le but de quantifier les impacts du projet sur le champs captant de Villeneuve-la-Garenne. Le modèle a aussi été utilisé pour étudier le rabattement induit au droit de la gare la Défense.

Le périmètre de modélisation pris en compte comprend l'ensemble des ouvrages compris entre la gare de Nanterre la Boule et celle de Saint-Denis Pleyel, hors ouvrages annexes (impact jugé négligeable en raison de la faible emprise au sol de ces deniers).



Secteur modélisé

La modélisation a concerné les niveaux des nappes de l'Eocène moyen (Lutétien) et de l'Eocène inférieur (Yprésien), sur la boucle de Gennevilliers. Les 2 nappes constituant l'aquifère de l'Eocène moyen-inférieur sont séparés par une couche semi-perméable marneuse localisée au toi des Marnes et Caillasses. Elles ont été dissociées puisque les forages du champ captant exploitent les 2 nappes qui bien que séparées ont une certaine connexion hydraulique. L'analyse des effets sur chacun d'elle était donc nécessaire.

L'hypothèse pessimiste considérée à considérer que :

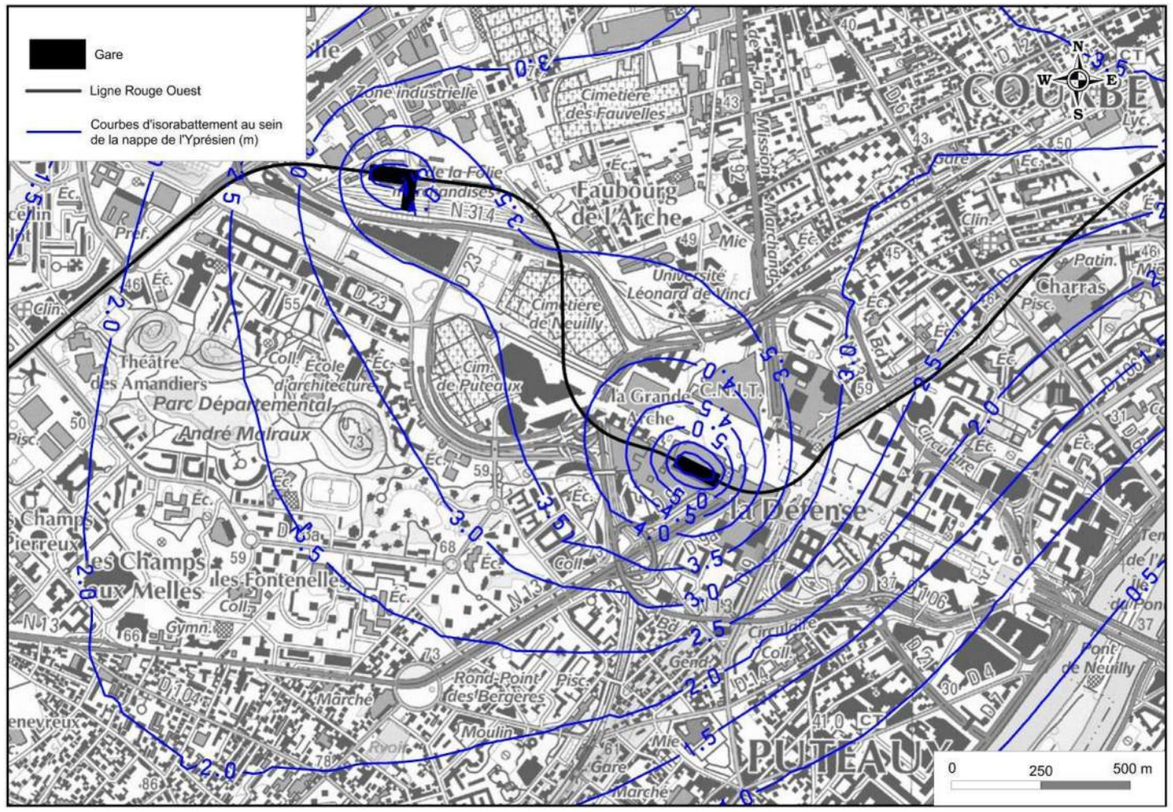
- **toutes les gares seront construites de manière synchrone**, c'est-à-dire qu'est considéré l'impact de l'ensemble des travaux de pompages des boites gare en même temps. Pour cette hypothèse, la gare de Saint-Denis Pleyel n'a pas été prise en compte puisqu'appartenant à la Ligne 15 Nord.

- les argiles de Laon sont considérées absentes d'après les données géologiques recueillies (variation de faciès) ;

- la cote de dénoyage retenue pour chacune des gares a été d'environ 1 m sous la base du radier de chaque station.

Par ailleurs, l'ensemble des gares a été considéré comme réalisé sous protection de parois moulées, ancrées à la fiche mécanique indiquée par les études préliminaires, à l'exception de la gare de la Défense, qui sera réalisée sans paroi moulée et qui nécessitera de fait un pompage plus important permettant de rabattre la nappe ; et de la gare de Bécon-les-Bruyères (une partie sous paroi moulée, une autre sans).

Dans ces conditions, le rabattement induit au droit de la gare de la Défense est présenté sur la figure suivante. Ainsi, les pompages de nappe en phase chantier au droit des gares de Nanterre La Folie et La Défense, engendreront, d'après les calculs réalisés, des rabattements de 1 à 5 m au droit de la Défense dans la nappe de l'Eocène inférieur (Yprésien).



Hypothèse considérée en fonction des données géologiques recueillies : absence des argiles de Laon et perméabilité plus forte des sables yprésiens dans ce secteur

Isorabattements calculés pour la nappe de l'Eocène inférieur (Sables de Cuise de l'Yprésien) dans le secteur de Nanterre - La Défense en considérant l'ensemble des travaux synchrones

En conclusion, les résultats obtenus montrent que les rabattements sont importants dans la formation des Sables de Cuise (nappe de l'Éocène inférieur) au droit de la gare la Défense.

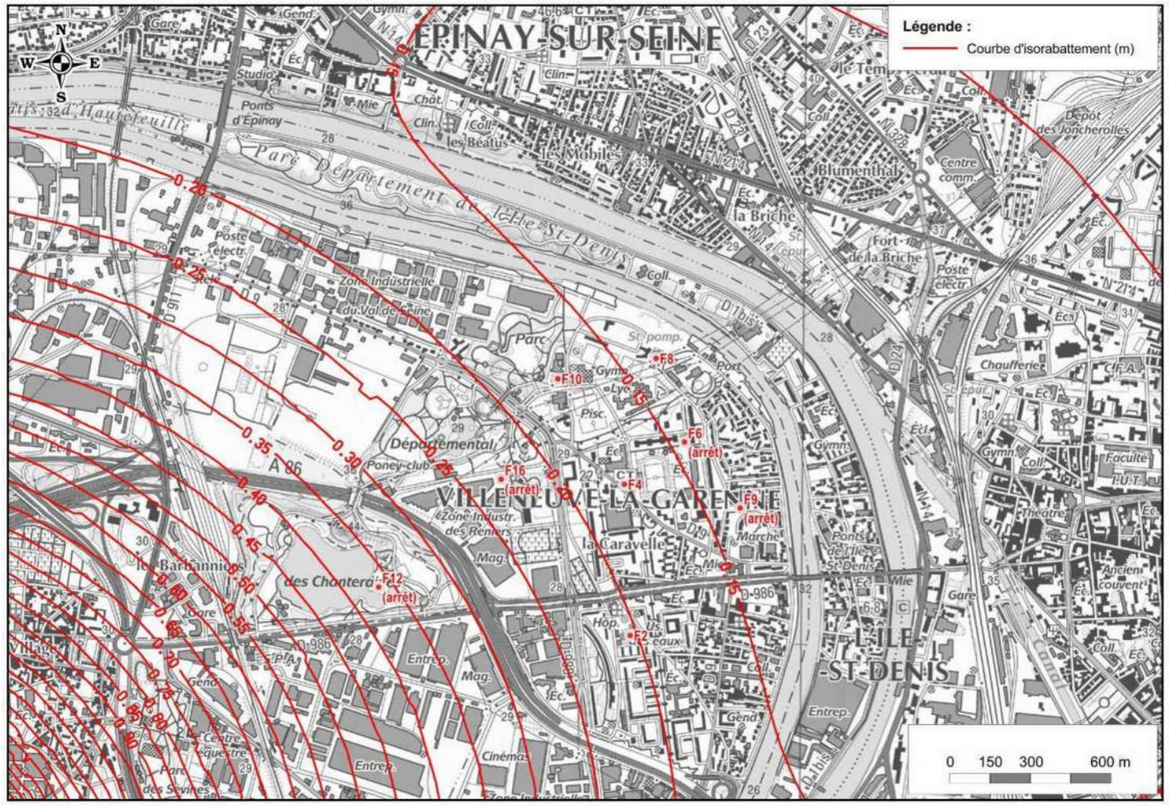
Cette formation étant potentiellement compressible, ils pourraient être à l'origine de phénomènes de tassements qu'il conviendra d'évaluer. Par ailleurs le rabattement peut induire une baisse du niveau de la nappe au droit et autour de la gare et modifier légèrement les sens d'écoulement de la nappe.

3.6.2.3 Analyse des modifications du régime d'écoulement des nappes – cas particulier du champ captant d'eau potable de Villeneuve-la-Garenne

Toujours en utilisant le modèle hydrogéologique présenté dans le paragraphe précédent, l'impact de la réalisation des gares suivant les méthodes constructives retenues (paroi moulées ou non en fonction des gares), sur le champ captant d'eau potable a été étudié. Cela a consisté à observer l'étendue du cône de rabattement engendré lors des opérations de pompage des eaux dans les boites gare pour l'asséchement des fonds de fouille.

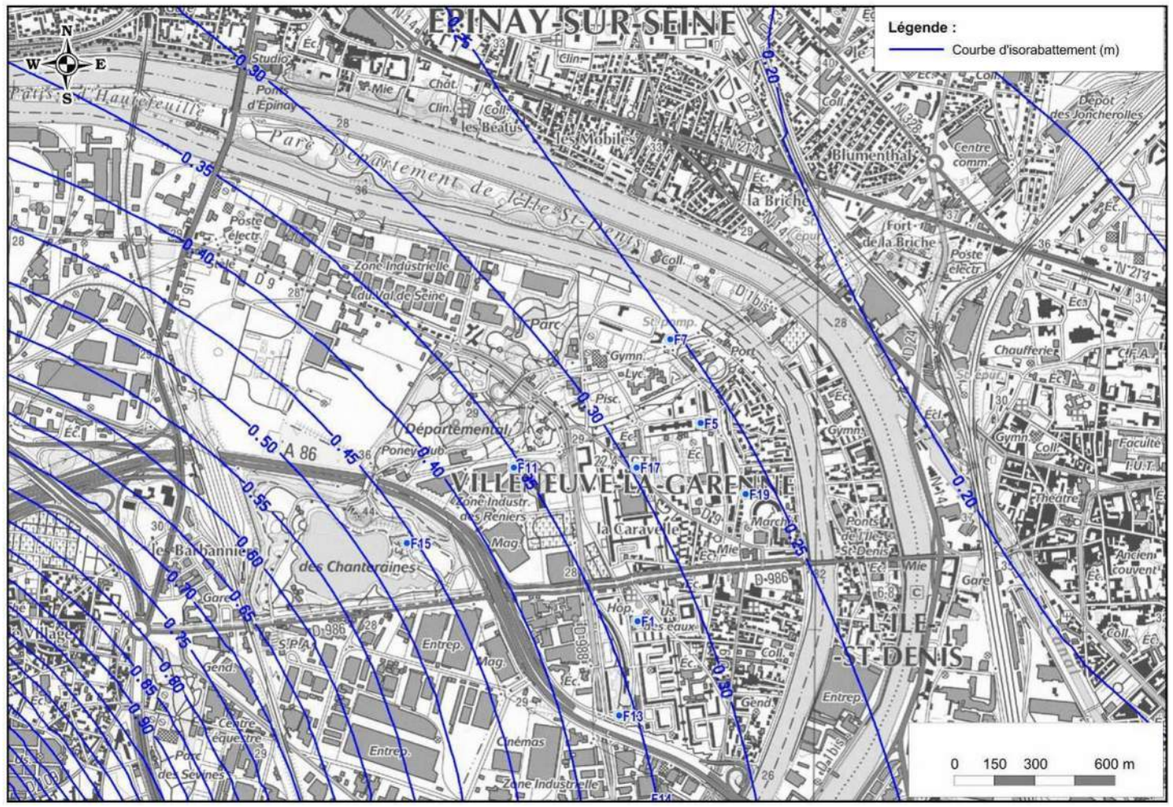
Les rabattements calculés pour les différentes nappes sont présentés au travers des figures ci-dessous. Elles présentent chacune :

- les courbes de rabattement des nappes (soit de l'Eocène moyen (Lutétien), soit de l'Eocène inférieur (Yprésien)) ;
- les points de forages du champs captant associés aux prélèvements dans l'Eocène moyen (F2, F4, F6 arrêté, F8, F9 arrêté, F10, F12 arrêté et F16 arrêté) ou dans l'Eocène inférieur (F1, F5, F7, F11, F13, F14 arrêté, F15, F17 et F19).



Hypothèse considérée en fonction des données géologiques recueillies : continuité des couches géologiques et homogénéité dans l'espace des paramètres hydrodynamiques

Isorabattements calculés pour la nappe de l'Eocène moyen (Lutétien) au droit du champ captant de Villeneuve-la-Garenne en considérant l'ensemble des travaux synchrones



Hypothèse considérée en fonction des données géologiques recueillies : continuité des couches géologiques et homogénéité dans l'espace des paramètres hydrodynamiques

Isorabattements calculés pour la nappe de l'Eocène inférieur (Yprésien) au droit du champ captant de Villeneuve-la-Garenne en considérant l'ensemble des travaux synchrones

Les résultats obtenus indiquent que dans les conditions modélisées, les impacts en terme de rabattement des niveaux de nappe au droit du champ captant de Villeneuve-la-Garenne dans le cadre de l'hypothèse de travaux synchrones 1 sont au maximum de l'ordre de 30 à 50 cm :

- 15 à 35 cm concernant la nappe de l'Eocène moyen (Lutétien) ;
- 25 à 50 cm concernant la nappe de l'Eocène inférieur (Yprésien).

En conclusion, ces impacts sont donc relativement faibles (rabattement inférieur ou de l'ordre de grandeur du battement saisonnier de ces nappes). Par comparaison, les niveaux de la nappe de l'Éocène lors de la période 1965-1970 se situaient aux alentours de 10 NGF au droit du champ captant, soit 6 à 8 m plus bas que les niveaux actuels. Ainsi, les rabattements occasionnés par les travaux ne seront pas de nature à avoir des conséquences sur la production du champ captant.

3.6.2.4 Analyse des effets sur les usages des eaux souterraines

L'incidence des travaux sera une baisse de la productivité des ouvrages exploitant les eaux souterraines situés à proximité des gares induisant de forts rabattements. Une modification des sens d'écoulement des eaux souterraines pourrait également les concerner. Cette incidence peut être forte pour ceux qui seront inclus dans l'aire d'influence des gares concernés.

Des ouvrages exploitant les eaux souterraines ont été identifiés lors de l'état initial et sont pour certains localisés à proximité des gares.

- Les puits à usage géothermique identifiés dans le fuseau de la ligne, à proximité des gares la Défense et Bois-Colombes :
    - le forage à proximité de la gare de la Défense exploite l'Eocène inférieur et le radier de la gare sera situé au toit de cette même formation. Le rabattement modélisé montre qu'il subirait une baisse piézométrique de l'ordre de 3 m ce qui est important ;
    - le forage à proximité de la gare de Bois-Colombes exploite l'Eocène moyen et le radier de la gare sera situé dans la même formation. Les travaux de rabattement de nappe auront très certainement un impact fort sur cet ouvrage d'autant plus qu'une partie des travaux se fera sans paroi moulée.
- Les puits industriels recensés auprès de l'AESN et situés à proximité des gares des Grésillons (2 captages) et Bois-Colombes (1 captage) captent les nappes de l'Eocène moyen et inférieur. La présence de paroi moulée autour des gares limitera les effets sur ces derniers, mais un impact est toutefois à considérer.

Les éventuels parking souterrains proches des gares et disposant de système de rabattement de nappe pourront également être influencés. Mais les effets du rabattement seront positifs (baisse du niveau au droit des parkings donc baisse des quantités d'eau souterraine pompée).

La détermination précise de ces incidences piézométriques pourra être approchée en modélisant les secteurs concernés. Il conviendra également de recenser plus exhaustivement ces ouvrages lors d'études hydrogéologiques (bibliographie, campagnes de terrain) réalisées dans le cadre des études Loi sur l'Eau (études post-DUP) qui permettront de parfaire notre connaissance des secteurs.

3.6.2.5 Synthèse des impact bruts générés par les ouvrages en phase travaux

Les travaux de réalisation des gares de manière synchrone présentent un impact sur le régime d'écoulement des nappes souterraines qui se traduit par une baisse du niveau piézométrique des nappes de l'Eocène moyen et de l'Eocène inférieur et une modification des sens d'écoulement. Les impacts bruts sont :

- Forts au droit de la gare de la Défense et peuvent être à l'origine de tassements qu'il conviendra d'évaluer, et faible au droit du champ captant ;
- Forts au droit de la gare Nanterre La Folie et probablement de même autour de la gare de Bécon-les-Bruyères ;
- Faibles au droit du champ captant d'eau potable de Villeneuve-la-Garenne, puisque le rabattement est inférieur ou de l'ordre de grandeur du battement saisonnier de ces nappes ;
- Forts sur les ouvrages voisins identifiés à proximité des ouvrages effectuant un rabattement piézométrique important (gare de la Défense, Bécon-les-Bruyères, voir d'autres).

3.6.2.6 Mesures d'évitement, de réduction et compensatoires des risques en phase chantier de la construction des ouvrages concernant l'hydrogéologie

Les mesures d'évitement et de réduction suivantes seront prises pour diminuer l'impact résiduel du projet sur le milieu environnant :

- **Réalisations de nouvelles modélisations plus approfondies dans les secteurs sensibles de la Défense et du champ captant de Villeneuve-la-Garenne** : il conviendra, au cours des phases d'étude post-DUP, de vérifier et de valider ou au contraire d'infirmer la géométrie et les caractéristiques de l'ensemble des aquifères mais aussi des écrans peu perméables, notamment par la réalisation d'investigations in-situ adaptées et de réévaluer, au cas par cas, les impacts associés en terme de rabattement, dans le secteur du champ captant de Villeneuve-la-Garenne, mais également dans le secteur de la Défense.
- **Évaluation des éventuels tassements à proximité de la gare la Défense** et étude de mesures géotechniques associées pour éviter ces effets.
- **Suivi** de la piézométrie pendant le début de l'exploitation.

La prise en compte de ces mesures en amont et au cours des travaux permettra au projet de générer un impact résiduel négligeable sur la gare de la Défense et sur le champ captant de Villeneuve-la-Garenne.

Concernant les ouvrages situés à proximité des gares, la mesure compensatoire suivante sera réalisée :

- **Identification des propriétaires des ouvrages voisins** de la ligne et subissant l'impact des rabattements (études hydrogéologiques locales), modélisation des effets piézométriques précis sur ces ouvrages afin d'estimer le préjudice, suivi piézométrique à proximité de ces ouvrages des effets et dédommagement si le préjudice est avéré.

Cette mesure ne permet pas d'annuler l'impact qui restera fort, mais compense uniquement le fait que le contexte souterrain et d'occupation du sol au droit de la gare la Défense rend impossible le recours à une paroi moulée pouvant limiter le pompage des eaux souterraines.

3.6.3 Prise en compte des phénomènes de remontée de nappe en phase chantier

3.6.3.1 Situation des ouvrages

Les secteurs où la nappe phréatique est parfois sub-affleurante ne sont pas intégrés aux zones PHEC. Ils correspondent toutefois à des zones pouvant être submergées, ce qui pourrait compromettre la pérennité des activités de chantier.

Les ouvrages concernés par des risques de remontées de nappe sont présentés dans le tableau suivant et sont localisés sur la figure suivante.

Le tunnel n'est pas concerné sa réalisation le rendant étanche au fur et mesure de sa construction.

Aléa de remontées de nappe	***Ouvrages***
Nappe sub-affleurante Aléa très fort	- Gares de Bois-Colombes, Les Agnettes et les Grésillons - OA 231 (puits d'entrée du tunnelier), OA301, OA311, OA 312, OA 321 (puitss d'entrée du tunnelier), OA 322 et OA 330 (Puitss de sortie du tunnelier)
Aléa fort	- Gare de Nanterre la Boule - OA 291, - Gares de la Défense, de Bécon-les-Bruyères, - OA 252, OA 261, OA 262, OA 281, OA 282, OA 283
Aléa moyen	- OA 241, OA 242, OA 243
Aléas faible et très faible	- Gares de Rueil-Suresnes « Mont Valérien », de Nanterre la Folie, de Saint-Cloud - OA 232, OA 233, OA 244, OA 251, Puits de sortie tunnelier de Nanterre, arrière gare de Nanterre, OA 271

Ces zones de sensibilités fortes et très fortes correspondent à des zones d'urbanisation importante, où les risques de remontées de nappe sont essentiellement dus à la présence de la vallée de la Seine.

En cas de survenue de remontée de nappe, les effets sur les ouvrages constituant la Ligne 15 Oust seraient :

- des inondations des boites constituant les gares et les ouvrages annexes (OA) ;
- des risques de pollution des eaux superficielles et souterraines si les engins de chantier et les stocks de matières polluantes (hydrocarbures, huiles…) étaient touchés une remontée de nappe ;
- des dégâts éventuels sur les ouvrages et matériels de chantier pour ceux non placés hors d'eau ou non évacués ;
- des risques d'interventions sur chantier pour les ouvriers.

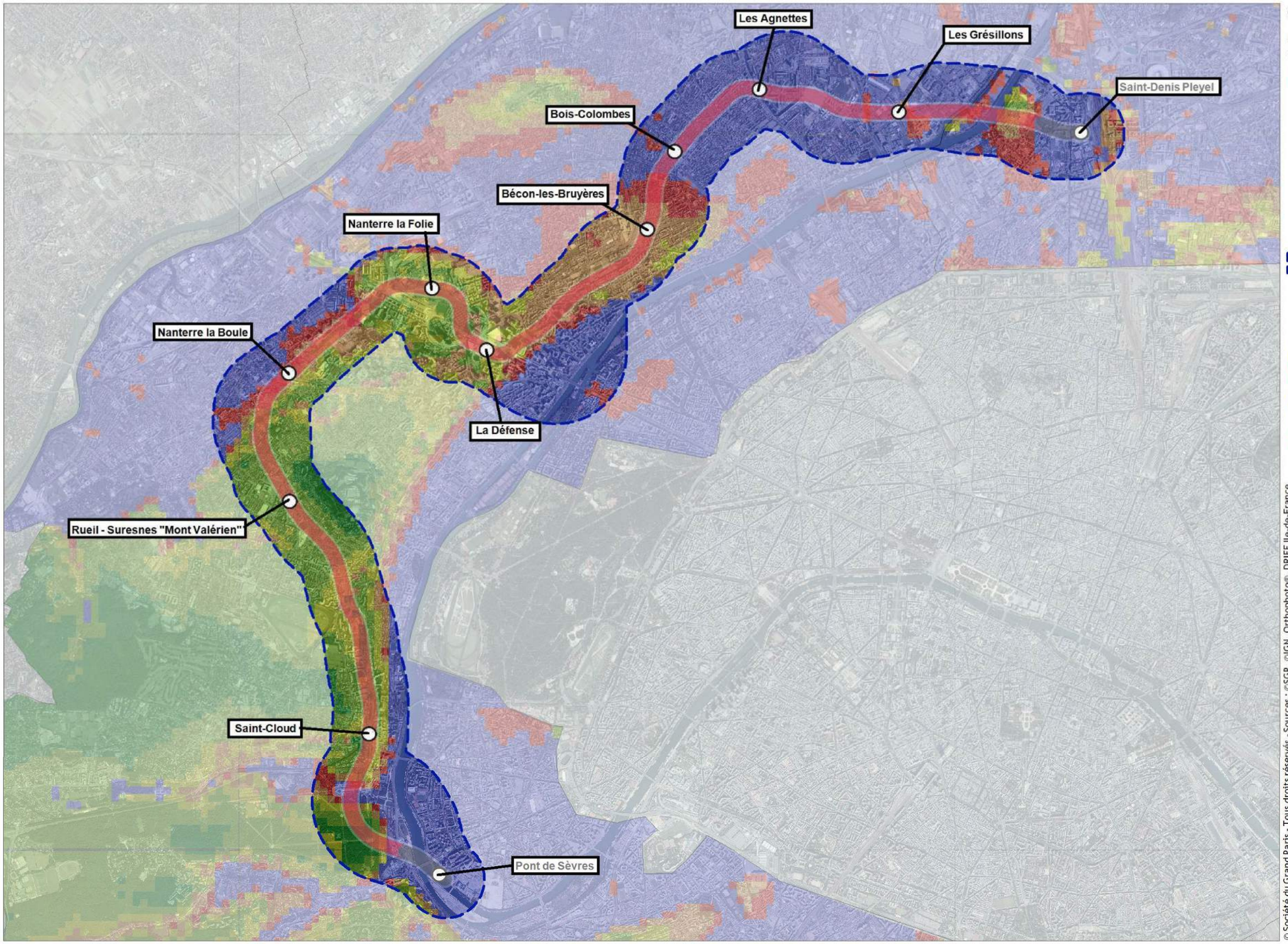
3.6.3.2 Mesures d'évitement et de réduction en phase chantier

Les mesures proposées pour limiter les impacts de cette remontée sur les ouvrages :

- dimensionnement du projet (pompes, relevage…) pour prendre en compte cette remonte de nappe ;
- en cas d'inondation par remontée de nappe, les chantiers seront arrêtés voire évacués ;
- les trémies seront positionnées à une cote supérieure à la cote de remontée de nappe. A défaut, les installations devront pouvoir accepter un certain niveau d'inondation.

Cependant, le projet en phase chantier n'aura pas d'impact résiduel sur la remontée de nappe. Les travaux n'ont en effet aucune incidence sur ce phénomène. Par ailleurs, les eaux souterraines drainées lors des travaux seront rejetées aux réseaux, aucune infiltration pouvant aggraver ce risque de remontée de nappe ne sera effectuée.

Ouvrages de la Ligne 15 Ouest concernés par un risque d'inondation par remontées de nappe



3.6.4 Analyse des effets sur les usages des eaux souterraines en phase chantier

L'incidence des travaux sera une baisse de la productivité des ouvrages exploitant les eaux souterraines situés à proximité des gares induisant de forts rabattements. Une modification des sens d'écoulement des eaux souterraines pourrait également les concerner. Cette incidence peut être forte pour ceux qui seront inclus dans l'aire d'influence des gares concernés.

Des ouvrages exploitant les eaux souterraines ont été identifiés lors de l'état initial et sont pour certains localisés à proximité des gares.

- Les puits à usage géothermique identifiés dans le fuseau de la ligne, à proximité de la gare de La Défense :
    - Les 4 installations constituées de forages à proximité de la gare exploite l'Eocène inférieur et le radier de la gare sera situé au toit de cette même formation. Le rabattement modélisé montre qu'ils subiraient une baisse piézométrique comprise entre 2,4 m et 3,5 m ce qui est important ;
    - Le forage situé à l'Est de la gare et à proximité de la Seine prélève de l'eau dans l'aquifère profond de la craie. Les formations imperméables à la base de l'Eocène inférieur (Fausses Glaises et Argiles Plastiques) font écran aux écoulements entre ces deux aquifères. Le rabattement piézométrique dans l'Eocène inférieur estimé à 0,7 m ne se propagerait donc pas à la craie sous-jacente. L'impact sur ce forage serait donc nul.
- Le puits à usage géothermique identifié à proximité de la gare de Bois-Colombes :
    - le forage à proximité de la gare de Bois-Colombes exploite l'Eocène moyen et le radier de la gare sera situé dans la même formation. Les travaux de rabattement de nappe auront très certainement un impact fort sur cet ouvrage d'autant plus qu'une partie des travaux se fera sans paroi moulée.
- Les puits industriels recensés auprès de l'AESN et situés à proximité des gares des Grésillons (2 captages) et Bois-Colombes (1 captage) captent les nappes de l'Eocène moyen et inférieur. La présence de paroi moulée autour des gares limitera les effets sur ces derniers, mais un impact est toutefois à considérer.

Les éventuels parking souterrains proches des gares et disposant de système de rabattement de nappe pourront également être influencés. Mais les effets du rabattement seront positifs (baisse du niveau au droit des parkings donc baisse des quantités d'eau souterraine pompée).

Il conviendra de recenser plus exhaustivement ces ouvrages lors d'études hydrogéologiques (bibliographie, campagnes de terrain) réalisées dans le cadre des études Loi sur l'Eau (études post-DUP) qui permettront de parfaire notre connaissance des secteurs. La détermination précise de ces incidences piézométriques pourra être définie en affinant le modèle existant. Si ces effets se confirment, il conviendra à la SGP de rencontrer les exploitants de ces installations afin de trouver une solution technique et économique permettant de rendre compatible cet usage géothermique et les travaux des ouvrages de la Ligne 5 Ouest concernés.

3.6.4.1 Synthèse des impact bruts générés par les ouvrages en phase travaux

Les travaux de réalisation des gares de manière synchrone présentent un impact sur le régime d'écoulement des nappes souterraines qui se traduit par une baisse du niveau piézométrique des nappes de l'Eocène moyen et de l'Eocène inférieur et une modification des sens d'écoulement. Les impacts bruts sont :

- Forts au droit de la gare de la Défense et peuvent être à l'origine de tassements qu'il conviendra d'évaluer, et faible au droit du champ captant ;
- Forts au droit de la gare Nanterre La Folie et probablement de même autour de la gare de Bécon-les-Bruyères ;
- Faibles au droit du champ captant d'eau potable de Villeneuve-la-Garenne, puisque le rabattement est inférieur ou de l'ordre de grandeur du battement saisonnier de ces nappes ;
- Forts sur les ouvrages voisins identifiés à proximité des ouvrages effectuant un rabattement piézométrique important (gare de la Défense, Bécon-les-Bruyères, voir d'autres).

3.6.4.2 Mesures d'évitement, de réduction et compensatoires des risques en phase chantier de la construction des ouvrages concernant l'hydrogéologie

Les mesures d'évitement et de réduction suivantes seront prises pour diminuer l'impact résiduel du projet sur le milieu environnant :

- **Réalisations de nouvelles modélisations plus approfondies dans les secteurs sensibles de la Défense et du champ captant de Villeneuve-la-Garenne** : il conviendra, au cours des phases d'étude post-DUP, de vérifier et de valider ou au contraire d'infirmer la géométrie et les caractéristiques de l'ensemble des aquifères mais aussi des écrans peu perméables, notamment par la réalisation d'investigations in-situ adaptées et de réévaluer, au cas par cas, les impacts associés en terme de rabattement, dans le secteur du champ captant de Villeneuve-la-Garenne, mais également dans le secteur de la Défense.
- **Évaluation des éventuels tassements à proximité de la gare la Défense** et étude de mesures géotechniques associées pour éviter ces effets.
- **Suivi** de la piézométrie pendant le début de l'exploitation.

La prise en compte de ces mesures en amont et au cours des travaux permettra au projet de générer un impact résiduel négligeable sur la gare de la Défense et sur le champ captant de Villeneuve-la-Garenne.

Concernant les ouvrages situés à proximité des gares, la mesure compensatoire suivante sera réalisée :

- **Réalisation de nouvelles modélisations plus approfondies dans le secteur sensible de la Défense** : il conviendra d'affiner le modèle existant pour étudier les incidences piézométriques sur les forages recensés à usage géothermique. Une solution devra être trouvée permettant de rendre compatible cet usage et les travaux des ouvrages de la Ligne 5 Ouest concernés.

3.6.5 Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant l'hydrogéologie

Le projet prévoit la construction d'ouvrages étanches à termes aux eaux souterraines (tunnel, gares, ouvrages de sécurité…). L'infrastructure ne nécessitera donc pas de rabattement d'eaux souterraines hormis d'éventuels pompages résiduels des eaux d'infiltration au travers enceintes des gares.

Deux types d'impacts potentiels sont identifiés en phase d'exploitation :

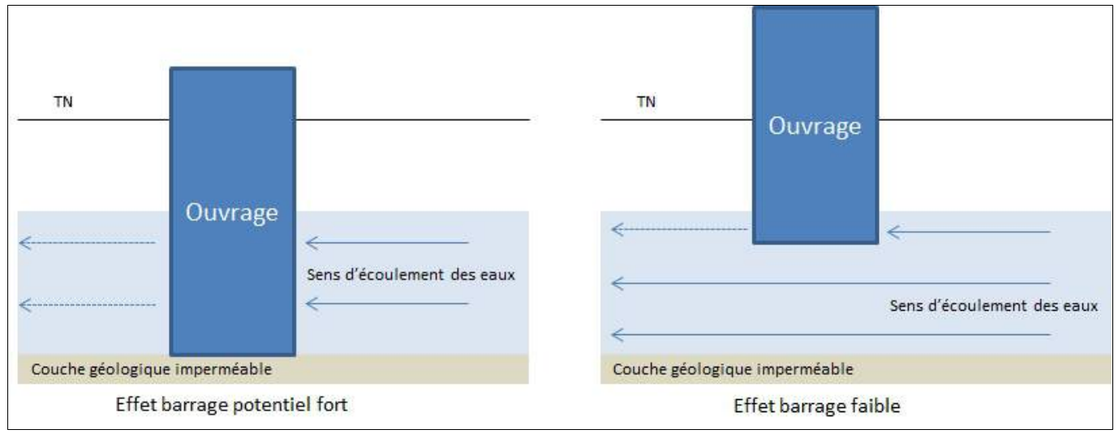
- L'effet barrage lié à la présence d'ouvrages souterrains importants (tunnel et gares) ;
- La gestion des eaux d'infiltration dans l'infrastructure.

3.6.5.1 L'effet barrage lié à l'infrastructure souterraine

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 d'un barrage sur un cours d'eau 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 » est dépendant :

- Du sens d'écoulement des nappes d'eau souterraines : l'effet barrage maximal est induit lorsque l'ouvrage souterrain est perpendiculaire au sens d'écoulement de la nappe interceptée ;
- Du pourcentage d'occultation de la nappe d'eau souterraine par l'ouvrage : plus le pourcentage d'occultation de la nappe est élevé, plus l'effet barrage est important ;
- Des caractéristiques de la nappe d'eau souterraine concernée par cet effet (perméabilité, extension géographique…).



Représentation conceptuelle de l'effet barrage entraîné par l'insertion d'un ouvrage occultant une nappe

Il s'applique aux ouvrage souterrains : gares, ouvrages annexes et tunnel.

De manière générale, lorsqu'un effet barrage est constaté, il peut en résulter :

- Une élévation de la piézométrie en amont de l'ouvrage ;
- Un abaissement de la piézométrie en aval de l'ouvrage.

Sur la base du profil en long de l'ouvrage souterrain, du travail de synthèse des données piézométriques disponibles en Ile-de-France, des conclusions de la mission G11 et de la campagne piézométrique menée par la Société du Grand Paris, les principales réactions des eaux souterraines ont été évaluées :

- En première approche de manière qualitative sur le tunnel en considérant le sens d'écoulement des nappes d'eau souterraine par rapport aux ouvrages et leur positionnement en termes d'occultation de ces nappes ;
- En seconde approche de manière quantitative sur le secteur Nord du tracé (entre la gare de Nanterre la Folie et celle de Saint-Denis Pleyel) par modélisation. Ce secteur englobe donc les deux points sensibles du tracé : Nanterre-La Défense et le champs captant de Villeneuve la Garenne.

3.6.5.2 Analyse qualitative de l'effet barrage

Sur la base des secteurs d'interaction entre l'infrastructure et les nappes et du sens d'écoulement des nappes défini au sein du rapport 1/3, l'analyse qualitative concernant l'effet barrage est présenté au sein du tableau suivant.

Évaluation de l'effet barrage par une approche qualitative

Section de tunnel	*Aquifères concernés*	*Sens d'écoulement*	*Epaisseur de nappe*	*Pourcentage d'occultation*	*Effet Barrage potentiel*
Pont de Sèvres – OA 233	Nappe de la Craie du Campanien	Indéterminé car faciès rencontré très ponctuellement à la profondeur de l'infrastructure	Important (plusieurs centaines de mètres)	Très faible	Négligeable à Nul
Saint-Cloud – OA 251	Eocène Inférieur et moyen	Perpendiculaire au tunnel	Moins de 5 m	De 0 à presque 100 % suivant le secteur	Faible à Négligeable
Nanterre la Boule – Saint-Denis Pleyel	Eocène Inférieur et moyen	Parallèle au tunnel sauf au niveau de Nanterre-La Défense où les écoulements sont perpendiculaires	Environ 30 m	Inférieur à 30%	Faible à Négligeable Points particulier à considérer : Nanterre-La Défense et le secteur du champs captant de Villeneuve la Garenne

Il apparait que pour les différentes sections en tunnel, suivant une approche qualitative, **l'effet barrage est généralement faible et difficilement perceptible**. Cette transparence hydraulique s'explique essentiellement par :

- les caractéristiques des nappes en interactions avec l'infrastructures. Ces dernières sont généralement épaisses de plusieurs dizaines de mètres (sauf au niveau du plateau de Saint-Cloud), leurs écoulements majoritairement perpendiculairement au tunnel et elles sont importantes en terme d'extension géographique et de productivité. Dans ce cas, le pourcentage d'occultation a peu d'influence sur l'effet barrage qui s'atténue progressivement de part et d'autre de l'ouvrage considéré ;

- la géométrie en tube qui permet aux écoulements souterrains de contourner facilement l'obstacle aussi bien par le haut que par le bas sans variation de niveau de grande amplitude.

Globalement, l'effet barrage, selon un critère qualitatif, est jugé nul à faible sur le projet de ligne 15 Ouest.

3.6.5.3 Analyse quantitative de l'effet barrage

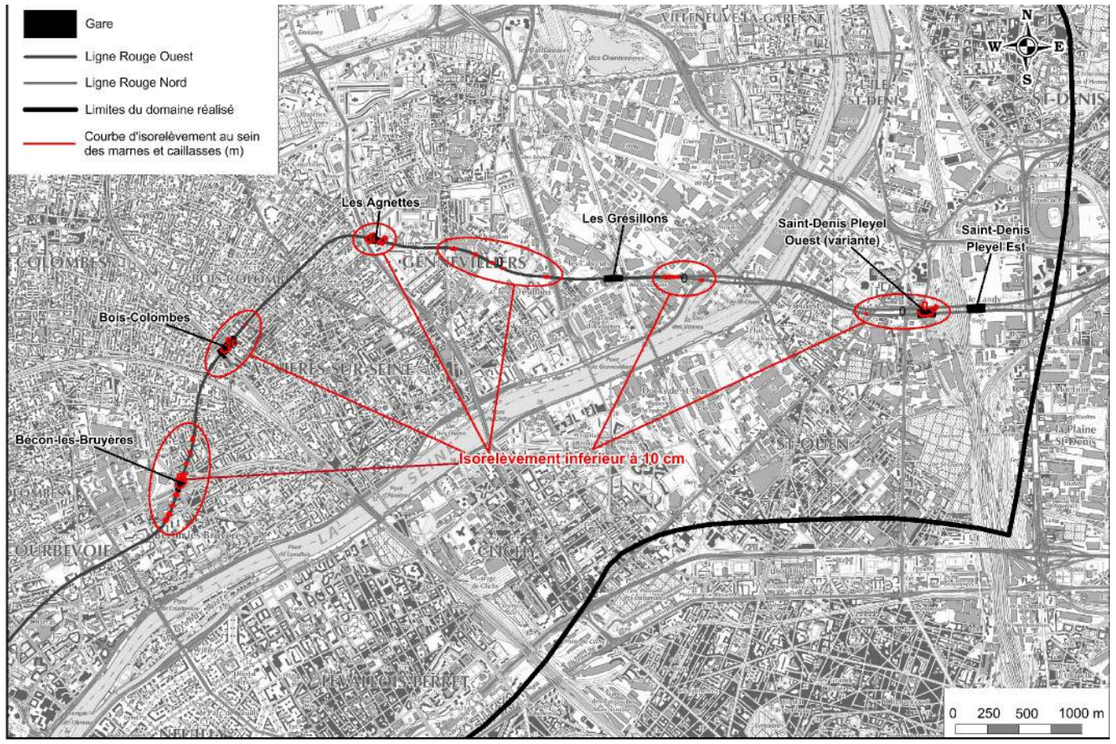
La Société du Grand Paris a étudié plus précisément l'effet barrage en réalisant une modélisation hydrogéologique sur le périmètre compris entre Nanterre la Folie et Saint-Denis Pleyel. Le modèle est présenté dans les paragraphes précédents.

Comme indiqué précédemment, deux cibles sensibles ont été étudiées par le biais de ce modèle : le champ captant de Villeneuve-la-Garenne et la gare la Défense. La sensibilité du champ captant est liée à la nature de l'usage (eau potable) et à l'effet barrage du projet qui pourrait modifier les écoulements souterrains. Ce changement pourrait théoriquement entraîner un risque sur la productivité du champ captant et sur la mobilisation éventuelle de sources de pollution si les écoulements venaient à provenir d'un autre secteur.

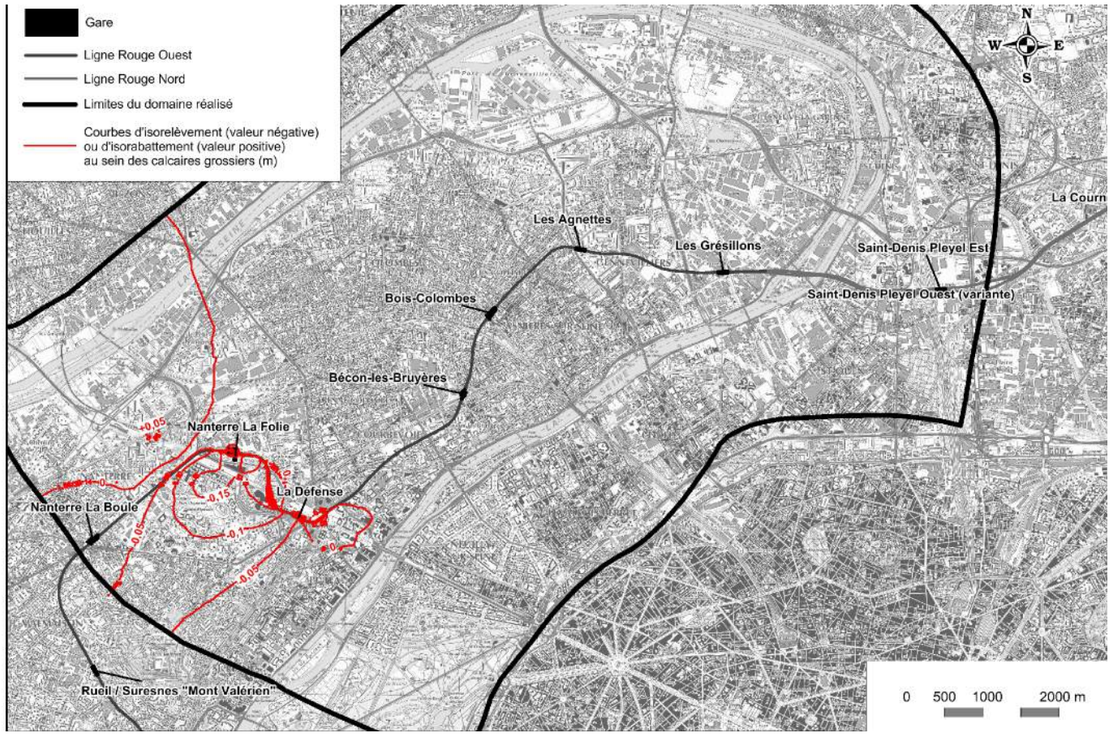
La modélisation réalisée a permis l'élaboration de cartographies présentant les éventuels effets barrage des gares situés sur la partie Nord de la ligne 15 Ouest.

Les résultats sont exprimés sous la forme de valeurs d'isorabattement et d'isorelèvement des cotes piézométriques des nappes pour les différents aquifères exploités par le champ captant de Villeneuve-la-Garenne (Eocène moyen (Marnes et Caillasses et Calcaires Grossiers du Lutétien), Eocène inférieur (Sables de l'Yprésien)).

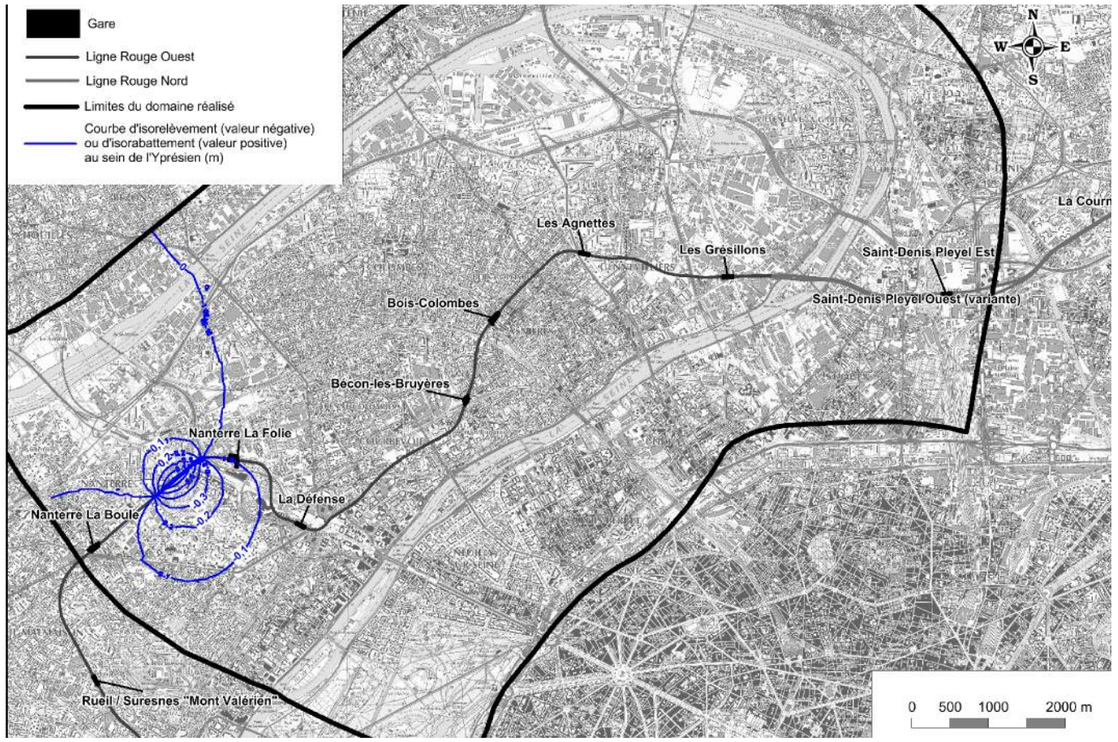
Les figures suivantes présentent respectivement les courbes d'isorabattement et d'isorelèvement résultant de la présence du tunnel et des gares au sein de ces 2 mêmes nappes.



Courbes d'isorabattement et d'isorelèvement piézométriques résultant de la présence du tunnel et des gares dans la nappe des Marnes et Caillasses (Eocène moyen)



Courbes d'isorabattement et d'isorelèvement piézométriques résultant de la présence du tunnel et des gares dans la nappe des Calcaires Grossiers (Eocène moyen)



Courbes d'isorabattement et d'isorelèvement piézométriques résultant de la présence du tunnel et des gares dans la nappe des sables de l'Yprésien (Eocène inférieur)

Les impacts piézométriques sont occasionnés tant par les gares que par le tunnel de la Ligne 15 Ouest, et **les isorabattement et isorelèvements restent globalement faibles :**

- Nappe des marnes et caillasses : isorelèvements inférieurs à 10 cm à proximité immédiate des infrastructures. **L'impact sur la nappe des marnes et caillasses est non significatif et négligeable.**

- Nappe des calcaires grossiers : isorelèvements inférieurs à 20 cm dans le secteur Nanterre la Folie – la Défense et isorabattements de l'ordre de 5 cm au nord de Nanterre la Folie. De fait, **l'effet barrage lié au projet sur la nappe des Calcaires grossiers est considéré comme faible**, de l'ordre de 5 à 10 cm, soit un impact inférieur à l'ordre de grandeur du battement moyen de la nappe (50 cm à 1 m) et limité géographiquement au secteur de Nanterre.

- Nappe des sables de l'Yprésien : isorelèvements au maximum de l'ordre de 60 cm au sud du tunnel, entre Nanterre la Boule et Nanterre la Folie et isorabattements de l'ordre de 50 cm dans le même secteur, à l'aval du tunnel. **L'effet barrage lié au projet sur la nappe des Sables de l'Yprésien est considéré comme modéré**, de l'ordre de 50 centimètres au maximum.

- Dans tous les cas, l'impact piézométrique de la présence du tunnel et des gares en phase définitive est nul au droit du champ captant de Villeneuve-la-Garenne. L'évaluation des temps de transfert a montré qu'en cas d'impact qualitatif majeur de la nappe de l'Eocène

moyen (Lutétien), au droit du projet et au plus proche du champ captant, les temps de transfert les plus courts sont de l'ordre de 4 ans en ordre de grandeur.

En conclusion, en phase d'exploitation, l'effet barrage du tunnel et des gares est faible sur les 2 secteurs sensibles du champ captant de Villeneuve-la-Garenne et de la gare la Défense. Il est faible autour des gares Nanterre la Folie et la Défense pour la nappe de l'Éocène moyen et modéré autour des gares Nanterre la Folie et Nanterre la Boule pour la nappe de l'Éocène inférieur.

Cet effet n'est pas connu pour le tronçon non modélisé : gare de Saint-Cloud à l'OA 252, mais il a été estimé qualitativement comme étant nul à faible.

3.6.5.4 Analyse quantitative de l'effet barrage vis-à-vis des autres usages

Aucun des captages voisins recensés n'est situé dans l'emprise du secteur dans lequel l'effet barrage est identifié. L'impact piézométrique lié à l'effet barrage ne concerne donc aucun captage recensé.

Compte-tenu du contexte très urbanisé du secteur dans lequel un effet barrage a été identifié, il est possible que des parkings souterrains soient touchés par le relèvement piézométrique ainsi créée. Dans ce cas, les éventuels systèmes de rabattement des eaux souterraines au droit de ces parkings pourraient subir une augmentation du débit à pomper. Cependant l'effet barrage étudié étant faible, il le sera aussi au droit de ces parkings.

3.6.5.5 Synthèse des impacts générés par les ouvrages sur l'effet barrage en phase exploitation

L'analyse de l'effet barrage a montré que les ouvrages constituant la Ligne 15 Ouest générerait un impact résiduel (car en phase exploitation) faible à nul sur leur environnement. Cela inclut également les autres usages.

3.6.5.6 La gestion des eaux d'infiltration dans l'infrastructure

Comme indiqué précédemment, les procédés de mise en œuvre des ouvrages permettent de rendre « quasiment » imperméables les boîtes gares et du tunnel. D'éventuelles infiltrations résiduelles à travers la structure sont néanmoins possibles.

Ces eaux seront récupérées au niveau des points bas de l'infrastructure, dans le tunnel ou au niveau des ouvrages.

Ces volumes résiduels seront évalués de manière détaillée dans le cadre de la phase suivante des études, sur la base des études conduites par le futur maître d'œuvre qui aura en charge les études d'Avant-Projet (AVP). Ces éléments seront présentés dans le cadre du Dossier Loi sur l'Eau qui sera élaboré pour la ligne 15 Ouest.

A l'image de la mesure proposée en phase chantier, la Société du Grand Paris mènera l'ensemble des études nécessaires en phase post-DUP permettant :

- **De définir les volumes d'eau résiduels d'infiltration** au sein des ouvrages (tunnel, gares, OA). Le but sera de proposer une gestion adaptée permettant l'évacuation de ces dernières vers le réseau de surface. Ils devront permettre de disposer d'un système de collecte dimensionné pour les volumes en jeu, d'un système de traitement des eaux le cas échéant pour permettre le rejet de ces eaux, un système de relevage pour évacuer ces eaux vers le points de rejet ;

- **De définir, en conformité avec la nomenclature Loi sur l'Eau, les points de rejets des eaux d'exhaure**. Cette gestion sera définie en prenant en compte les orientations qui visent à privilégier dans un 1er temps la réinjection des eaux dans la nappe, dans un 2nd temps vers le milieu naturel et enfin vers les réseaux locaux existants. Les rejets devront être conformes aux contraintes du réseau fixées par le gestionnaire (qualité et quantité) ou aux contraintes fixées par le Loi sur l'Eau en cas d'infiltration ;

- **Cette gestion prendra également en compte le niveau de pollution de ces eaux**, défini sur la base des données bibliographiques disponibles et sur les résultats des sondages qui seront conduits par la Société du Grand Paris.

Compte-tenu du caractère « quasiment » imperméable des gares et du tunnel, les débits d'infiltration seront négligeables, et les impacts associés également.

3.6.5.7 Mesures d'évitement et de réduction des impacts en phase d'exploitation

Les mesures d'évitement et de réduction en phase d'exploitation sont liées uniquement aux impacts associés à l'effet barrage. En effet, même s'il n'est pas connu les débits de ces eaux d'infiltration en jeu, les impacts seront négligeables car les débits seront très faibles. Dès lors, il n'y a pas de mesures d'évitement ou de réduction pour cette thématique.

L'effet barrage vis-à-vis des 2 cibles sensibles, des gares modélisées, du tunnel et des ouvrages voisins reste faible. L'impact résiduel (car en phase exploitation) peut être considéré faible.

Il y a toutefois lieu :

- **De réaliser de nouvelles modélisations plus approfondies** : il conviendra, au cours des phases d'étude post-DUP, de vérifier et de valider ou au contraire d'infirmer la géométrie et les caractéristiques de l'ensemble des aquifères mais aussi des écrans peu perméables, notamment par la réalisation d'investigations in-situ adaptées et de réévaluer, au cas par cas, les impacts associés en terme de rabattement, dans le secteur du champ captant de Villeneuve-la-Garenne, mais également dans le secteur de la Défense.
- D'étudier plus précisément l'effet barrage pour le secteur non modélisé (garde Saint-Cloud à l'OA252).
- **De recenser les parkings souterrains voisins** situés dans l'emprise du secteur présentant un relèvement du niveau piézométrique afin d'identifier les structures pouvant nécessiter un aménagement du système de rabattement existant, du fait de l'augmentation du niveau piézométrique lié à l'effet barrage.
- **De mettre en place d'un suivi piézométrique** dans les secteurs sensibles du Nord du tracé pendant le début d'exploitation afin de s'assurer du maintien des niveaux d'eaux souterraines à proximité des ouvrages.
- **De réaliser des reconnaissances hydrogéologiques complémentaires :** pose PZ sélectifs zones, essais de pompage…

Ces mesures permettront de préciser le contexte hydrogéologique et les résultats avancés..

3.6.6 Synthèse des impacts et mesures concernant l'hydrogéologie

Secteurs concernés	***Enjeu***	***Caractéristiques et niveau de l'impact brut***	***Mesures mises en œuvre***	***Niveau d'impact résiduel après prise en compte des mesures***
Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule	Modifications du régime d'écoulement des nappes	Tunnel : pas de modification Gares Saint-Cloud, Rueil-Suresnes « Mont Valérien » et OA : à étudier lors des études à venir	**PHASES ETUDE ET CHANTIER** **Mesures d'évitement et de réduction** Mise en œuvre de méthodes constructives adaptées : creusement au tunnelier, réalisation des ouvrages sous protection de parois moulées Analyse de terrain et étude des effets au droit des gares et des OA lors des études Loi sur l'Eau post-DUP. Suivi de la piézométrie des nappes. Dimensionnement du projet (pompes, relevage…) pour prendre en compte cette remonte de nappe ; En cas d'inondation par remontée de nappe, les chantiers seront arrêtés voire évacués ; Les trémies seront positionnées à une cote supérieure à la cote de remontée de nappe. A défaut, les installations devront pouvoir accepter un certain niveau d'inondation **PHASE EXPLOITATION** Quantifier l'impact des débits d'eau résiduels au sein des « boites gare » et rejet des eaux d'exhaure Suivi de la piézométrie	Négligeable
	Effets sur les usages des eaux souterraines	Tunnel et tous les ouvrages : pas d'impact		Nul
	Mise en communication des nappes	Tunnel : pas de mise en communication		
		Autres ouvrages : pas de mise en communication par la mise en place d'une paroi moulée		
	Effets sur la qualité des eaux souterraines	Tunnel et ouvrages : pas d'impact		Négligeable
	Remontée de nappe	OA231 (puits d'entrée du tunnelier) : nappe sub-affleurante		Nul
		OA 252 : aléa fort		
		OA 241, OA 242 et OA 243 : aléa moyen		
		Gares de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » et de Saint-Cloud, OA 232, OA 233, OA 244 et OA 251 : aléa faible et très faible		

Secteurs concernés	***Enjeu***	***Caractéristiques et niveau de l'impact brut***	***Mesures mises en œuvre***	***Niveau d'impact résiduel après prise en compte des mesures***
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	Modifications du régime d'écoulement des nappes	Tunnel : pas de modification Ensemble des ouvrages : à étudier lors des études à venir	**PHASES ETUDE ET CHANTIER** **Mesures d'évitement et de réduction** Mise en œuvre de méthodes constructives adaptées : creusement au tunnelier, réalisation des ouvrages sous protection de parois moulées Analyse de terrain et étude des effets au droit des gares et des OA lors des études Loi sur l'Eau post-DUP. Réalisation de nouvelles modélisations plus approfondies, notamment dans le secteur de la gare de La Défense permettant d'évaluer les éventuels tassements à proximité de la gare ainsi que l'impact quantitatif des pompages sur les installations de géothermie du secteur. Suivi de la piézométrie des nappes Dimensionnement du projet (pompes, relevage…) pour prendre en compte cette remonte de nappe ; En cas d'inondation par remontée de nappe, les chantiers seront arrêtés voire évacués ; Les trémies seront positionnées à une cote supérieure à la cote de remontée de nappe. A défaut, les installations devront pouvoir accepter un certain niveau d'inondation **PHASE EXPLOITATION** Quantifier l'impact des débits d'eau résiduels au sein des « boites gare » et rejet des eaux d'exhaure Suivi de la piézométrie	Négligeable
		Gare La Défense : rabattement fort pouvant entraîner des tassements		Faible
		Gare de Bécon-les-Bruyères Extension des gares réalisées hors protection des parois moulées		Modéré
	Effets sur les usages des eaux souterraines	Tunnel et tous les ouvrages : pas d'impact		Nul
		Gare La Défense : impact fort du fait d'un fort rabattement et de la présence de plusieurs forages voisins		Potentiellement fort
	Mise en communication des nappes	Tunnel : pas de mise en communication		Négligeable
		Autres ouvrages : pas de mise en communication par la mise en place d'une paroi moulée		
	Effets sur la qualité des eaux souterraines	Tunnel et ouvrages : pas d'impact		
	Remontée de nappe	Gare Nanterre la Boule : aléa très fort		Nul
		Gares de Bécon-les-Bruyères, La Défense, OA 281, OA 282, OA 283 : aléa fort		

Secteurs concernés	*Enjeu*	*Caractéristiques et niveau de l'impact brut*	*Mesures mises en œuvre*	*Niveau d'impact résiduel après prise en compte des mesures*
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	Effet barrage généré par la présence des ouvrages et du tunnel	Tunnel, gares des Agnettes et des Grésillons : impact estimé faible à négligeable	**PHASES ETUDE ET CHANTIER** **Mesures d'évitement et de réduction** Mise en œuvre de méthodes constructives adaptées : creusement au tunnelier, réalisation des ouvrages sous protection de parois moulées Quantifier l'impact des débits d'eau résiduels au sein des « boites gare » et rejet des eaux d'exhaure Réalisation de nouvelles modélisations plus approfondies, notamment dans le secteur de la gare du champs captant de Villeneuve-la-Garenne. Suivi de la piézométrie des nappes En cas d'inondation par remontée de nappe, les chantiers seront arrêtés voire évacués ; Les trémies seront positionnées à une cote supérieure à la cote de remontée de nappe. A défaut, les installations devront pouvoir accepter un certain niveau d'inondation Prise en compte en amont des contraintes liées au champ captant afin d'éviter les situations à risque pour les eaux souterraines ; Adaptation des activités sur la base vie aux contraintes liées au champ captant ; **PHASE EXPLOITATION** Quantifier l'impact des débits d'eau résiduels au sein des « boites gare » et rejet des eaux d'exhaure Réalisation de nouvelles modélisations plus approfondies, notamment dans le secteur de la gare du champs captant de Villeneuve-la-Garenne. Suivi de la piézométrie	Négligeable
	Gestion des eaux d'infiltration dans l'infrastructure	Tunnel et tous les ouvrages : impact estimé négligeable		
	Modifications du régime d'écoulement des nappes	Tunnel : pas de modification Ensemble des ouvrages: à étudier lors des études à venir		Faible
	Effets sur les usages des eaux souterraines	Tunnel et tous les ouvrages : pas d'impact		Nul
		Gares des Grésillons et Bois-Colombes : 3 puits industriels recensés à proximité des gares, impact à étudier		Modéré
		Champ captant de Villeneuve-la-Garenne : impact faible car faible rabattement des niveaux piézométrique		Négligeable
	Mise en communication des nappes	Tunnel : pas de mise en communication		
		Autres ouvrages : pas de mise en communication par la mise en place d'une paroi moulée		
	Effets sur la qualité des eaux souterraines	Tunnel et ouvrages : Impact faible		
	Remontée de nappe	Gares de Bois-Colombes, les Agnettes et les Grésillons, OA 301, OA 311, OA 312, OA 321 (puits d'entrée du tunnelier), OA 322 / OA 330 (puits de sortie du tunnelier) : nappe sub-affleurante		Nul
		OA 291 : aléa très fort		
	Effet barrage généré par la présence des ouvrages et du tunnel	Tunnel et tous les ouvrages : impact estimé faible à négligeable		Faible à négligeable
	Gestion des eaux d'infiltration dans l'infrastructure	Tunnel et tous les ouvrages : impact négligeable		Négligeable

3.6.7 Coûts liés aux mesures d'accompagnement en réponse au risque hydrogéologique

3.6.7.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Coûts des mesures – Phase chantier

Dénomination de la mesure	*Coût de la mesure*
Mise en œuvre de méthodes constructives adaptées : creusement au tunnelier, réalisation des ouvrages sous protection de parois moulées	Intégré au coût des travaux, précisés ci-dessous
Quantifier l'impact des débits d'eau résiduels au sein des « boites gare » et rejet des eaux d'exhaure ;	Intégrés au coût des études à venir : conception AVP, Études Loi sur l'Eau
Sui de la piézométrie des nappes	Intégré au coût des travaux
Réalisation de nouvelles modélisations plus approfondies, notamment dans le secteur de la gare du champs captant de Villeneuve-la-Garenne.	Fonction des marchés contractualisés
En cas d'inondation par remontée de nappe, les chantiers seront arrêtés voire évacués Les trémies seront positionnées à une cote supérieure à la cote de remontée de nappe. A défaut, les installations devront pouvoir accepter un certain niveau d'inondation	Intégré au coût des travaux

Les mesures sont directement liées aux techniques constructives.

En ce qui concerne les mesures d'évitement, les prix unitaires suivants peuvent être donnés à titre indicatif :

- Le m² de paroi moulée supplémentaire : environ 500 € HT,
- Le m² de fond injecté : environ 400 € HT,
- Forage d'injection : 1500 € HT / ml, un forage de 45 ml coûte environ 67 500 euros HT
- Pose de piézomètre tubé et fermé : 300 € HT / ml,
- Suivi piézométrique mensuel sur un an (12 mesures sur 4 à 5 piézomètres) : 8 000 € HT,
- Suivi hebdomadaire sur un an (50 mesures sur 4 à 5 piézomètres) : 27 000 € HT.

3.6.7.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Coûts des mesures – Phase exploitation

Dénomination de la mesure	*Coût de la mesure*
Quantifier les débits d'eau résiduels au sein des « boites gare » et les points de rejets des pompages	Intégrés au coût des études à venir : conception AVP, Etudes Loi sur l'Eau
Réalisation de modélisation approfondie	Environ 20 000 euros par secteur
Suivi de la piézométrie	Quelques milliers d'euros par site

3.7 Occupation du sous-sol

Les impacts directs et indirects sur les ouvrages du sous-sol concernent uniquement la phase chantier, lors du passage des tunneliers et de la construction des ouvrages annexes de la ligne.

Les impacts en phase d'exploitation sont nuls.

3.7.1 Impacts et mesures en phase chantier

Les impacts directs se définissent comme des atteintes à l'intégrité physique des ouvrages et fondations. Ils sont principalement entraînés par les travaux de construction du projet (tunnel et ouvrages annexes).

3.7.1.1 Impacts sur les canalisations de transport de pétrole

Une canalisation de transport et distribution d'hydrocarbures est identifiée à plusieurs reprises au niveau des communes de Gennevilliers et de Saint-Ouen.

Il s'agit d'une canalisation TRAPIL (pipeline du réseau Le Havre – Paris) de diamètre 273mm. Cette canalisation s'observe :

- À l'Ouest de l'ouvrage annexe OA 321 (puits de départ tunnelier), à l'extrémité Sud de la commune de Gennevilliers, au niveau de la rue des Caboeufs prolongée, Cette canalisation s'implante sous la voirie.
- À l'Est de l'annexe OA 322, au niveau du quai de Seine, sur la commune de Saint-Ouen. Cette canalisation s'implante sous le quai.

Des échanges ont eu lieu avec la société TRAPIL pour évaluer les risques éventuels liés au croisement avec le tunnel du futur métro. Sur ce secteur, à proximité du franchissement de la Seine, le tracé du tunnel s'approfondie, à environ 20 mètres sous le terrain naturel.

Dans ce contexte, le projet n'entraine pas d'impact sur la stabilité de la canalisation existante.

Le réseau TRAPIL fait l'objet d'une servitude relative à la construction et à l'exploitation de pipelines par la société d'économie mixte des transports pétroliers par pipelines (TRAPIL). L'OA 321 s'implante à moins de 215m de la canalisation.

Les réglementations concernant cette servitude sont issues des Loi n°49.1060 du 2 août 1949 modifié par le loi n°51.712 du 7 juin 1951, et du Décret n°50.836 du 8 juillet 1950 modifié par le décret n°63.82 du 4 février 1963.

De par les réglementations d'urbanisme et les prescriptions d'aménagement associée (servitudes), l'insertion de la Ligne 15 Ouest est restreintes suivant la distance « projet – réseau TRAPIL ».

Caractéristiques	***Zones justifiant des restrictions en matière de développement de l'urbanisme***		***Zone justifiant vigilance et information***
Caractéristiques des canalisations	Zone permanente d'interdiction de toutes nouvelles constructions ou extensions d'IGH et d'ERP susceptibles de recevoir plus de 100 personnes	Zone intermédiaire où des restrictions de construction ou d'extension d'IGH et d'ERP susceptibles de recevoir plus de 100 personnes existent	Zone d'information du transporteur de tout projet d'urbanisme
Diamètre 10''	10 m	215 m	275 m

Contraintes liées aux canalisations de transport d'hydrocarbures exploitées par la société TRAPIL (source : annexes du PLU de l'Ile Saint Denis)

Il s'agit d'une zone permanente d'interdiction de toutes nouvelles constructions ou extensions d'IGH[9] et d'ERP[10] recevant plus de 100 personnes. Hors, selon l'article GN1 du règlement national de sécurité, seules les gares de la Ligne 15 Ouest sont considérées comme ERP ; le tunnel ainsi que les ouvrages annexes n'y sont pas identifiés comme ERP, ni comme IGH.

Le projet est donc compatible avec ces prescriptions.

Par ailleurs, la servitudes liée au réseau TRAPIL implique que pour « *tous travaux envisagés sur les terrains concernés par le passage des ouvrages d'hydrocarbures ou à proximité, il est nécessaire de réaliser une consultation des services du gestionnaire intéressé* » (DICT, DT).

3.7.1.2 Atteintes aux canalisations de transport de gaz

La présence d'un ouvrage superficiel (et sa base chantier associée) à moins de 50m d'une canalisation signifie que l'impact de dégradation du réseau peut être considéré comme non 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 plus important que 50m.

Plusieurs ouvrages superficiels sont concernés plus ou moins directement par le passage de canalisations GRT Gaz Haute Pression. Ces ouvrages sont les suivants :

- La gare de Pont de Sèvres, sur la commune de Boulogne Billancourt. Il s'agit de canalisations GRT Gaz de diamètre 100mm. Celles-ci interceptent le tracé à deux reprises. **La sensibilité liée à ces canalisations est étudiée dans le cadre de la Ligne 15 Sud.**
- L'OA 243 au niveau de la commune de Suresnes. Il s'agit ici d'une canalisation GRT Gaz de diamètre 150mm qui recoupe l'infrastructure au niveau de l'OA 243 situé au niveau du

[9] *IGH : Immeuble de Grande Hauteur*
[10] *ERP : Etablissement Recevant du Public*

carrefour de la Croix du Roy. **La sensibilité est considérée comme forte**. Les études techniques à venir permettront de définir si un dévoiement de la canalisation est nécessaire pour l'implantation de l'ouvrage annexe.

- La gare de Nanterre La Folie sur la commune de Nanterre. Il s'agit d'une canalisation GRT Gaz de 150mm de diamètre. Celle-ci est située à plus de 200m de l'emprise de la gare et du tracé du tunnel. **La sensibilité est donc considérée comme nulle.**

Par ailleurs, des canalisations **GRT Gaz** croisent un certain nombre de fois le tracé du tunnel, aux points suivants :

- Entre l'OA 281 et l'OA 282 au niveau de la commune de Courbevoie. Il s'agit d'une canalisation GRT Gaz de diamètre 400mm qui croise le tunnel au niveau de la rue de Bezons. **La sensibilité est considérée comme forte.**

- Entre l'OA 312 et la gare Les Grésillons, sur la commune de Gennevilliers. Il s'agit d'une canalisation GRT Gaz de diamètre 500mm qui intercepte le tunnel au niveau de l'avenue Laurent Cély en bordure de la RN315. **La sensibilité est considérée comme forte.**

- Entre l'OA 322 et l'OA 330, sur la commune de Saint Ouen. Il s'agit d'une canalisation GRT Gaz de diamètre 150mm qui se situe au niveau des Quais de Seine où elle croise le tunnel à deux reprises à quelques mètres d'intervalle. À ce niveau, le tunnel est profond. **La sensibilité est considérée comme faible.**

3.7.1.3 Atteintes aux canalisations de Chauffage Urbain

Le Réseau CPCU

Les interactions entre le tunnel de la Ligne 15 Ouest et des canalisations de chauffage urbain (CPCU) sont rares. Elles s'inscrivent uniquement au Nord de la Ligne 15 Ouest, au niveau des communes de Gennevilliers, de l'Ile Saint-Denis, et de Saint-Ouen :

- Au niveau du Quai des Grésillons sur la commune de Gennevilliers,

- Au niveau du boulevard Marcel Paul sur l'Ile Saint-Denis,

Étant donné leur éloignement des gares, et des ouvrages annexes (l'OA le plus proche (322) étant situé à environ 100m du réseau), ainsi que leur implantation dans les premiers mètres du sous-sol, **la sensibilité avec le réseau CPCU est considérée comme nulle.**

Les servitudes ne sont pas systématiques pour ce type de canalisation. Leur largeur maximale couvre une bande de 15m de part et d'autre de la canalisation. Les prescriptions relatives aux réseaux de chaleur sont décrites au sein des annexes du PLU de Paris.

Les réglementations concernant les servitudes CPCU sont la Loi n°49.1060 du 2 août 1949 modifié par le loi n°51.712 du 7 juin 1951, et le Décret n°50.836 du 8 juillet 1950 modifié par le décret n°63.82 du 4 février 1963.

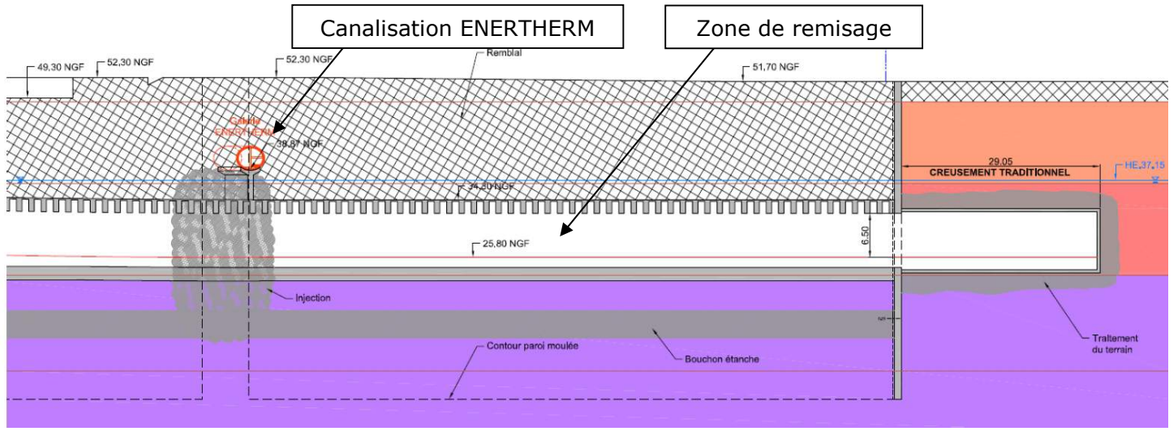
Les réglementations concernent les aspects liés à l'occupation du sol et non du sous-sol. Toutefois, pour *« tous travaux envisagés sur les terrains concernés par le passage des ouvrages d'hydrocarbures ou à proximité, il est nécessaire de réaliser une consultation des services du gestionnaire intéressé »* (DICT, DT).

Le Réseau de chauffage du secteur de la Défense : ENERTHERM

Une galerie souterraine du réseau ENERTHERM rentre en interaction avec la zone de remisage de la Ligne 15 Ouest située au niveau de l'arrière gare de Nanterre La Folie. Cette galerie existante, d'un diamètre de 3,5m, traversera à terme l'ouvrage de remisage, en tranchée couverte.

A ce stade des études techniques, la solution proposée est une reprise en sous-œuvre de la galerie ENERTHERM existante.

Les autres réseaux et canalisations d'ENERTHERM (distribution de chaleur et de froid) sont situés dans les premiers mètres du sous-sol. Les interactions avec la ligne 15 Ouest sont nulles.



Coupe en long de l'ouvrage de remisage avec la galerie ENERTHERM (Source : Société du Grand Paris)

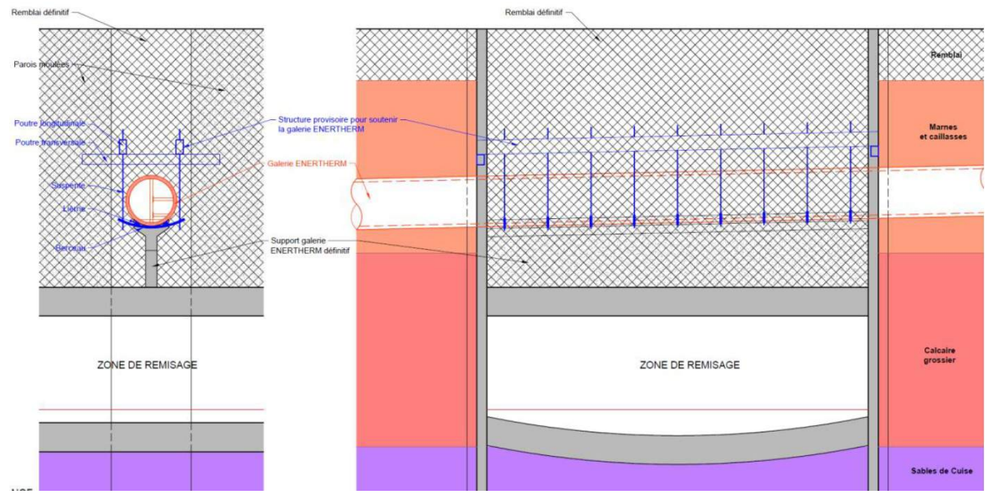


Schéma de la reprise en sous-œuvre de la galerie ENERTHERM (Source : Société du Grand Paris)

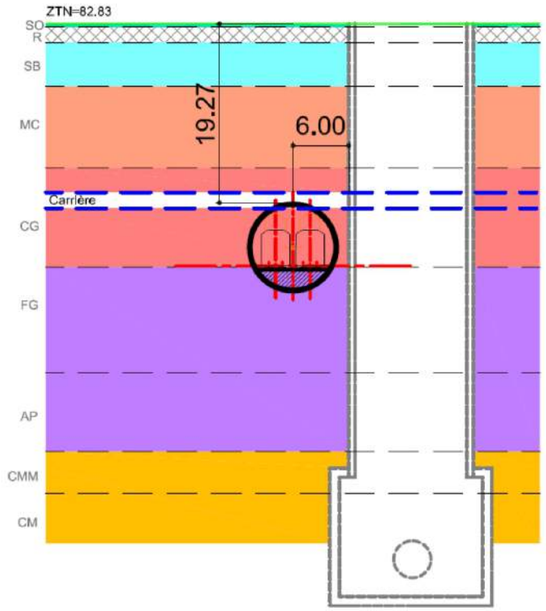
La sensibilité avec la galerie souterraine ENERTHERM est considérée comme forte. Cette dernière est directement en interaction avec les ouvrages de la Ligne 15 Ouest et nécessite une confortement structurelle permettant la mise en œuvre de la zone de remisage.

A ce stade des études, la Société du Grand Paris anticipe l'impact occasionné sur le réseau de chaleur en menant les échanges nécessaires avec la société ENERTHERM dès le stade des études préliminaires approfondies.

3.7.1.4 Atteintes aux grands collecteurs et aux réseaux d'assainissement

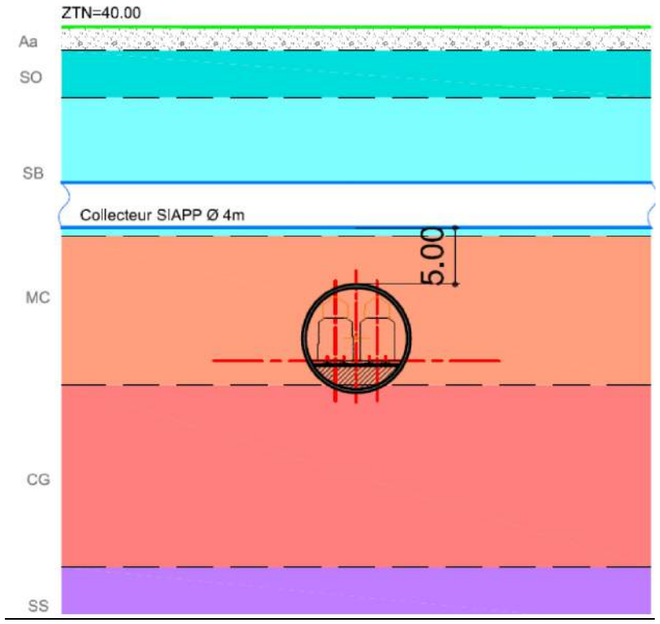
L'élaboration de l'état initial a permis l'identification de réseaux existants, qu'il convient de croiser avec le projet

- Entre les gares de Pont de Sèvres et Saint-Cloud :
    - Émissaire Sèvres Achères branche de Rueil (SAR) de 3,75m de diamètre, implanté à moins de 80 mètres de l'OA 231 (puits de départ du tunnelier) et qui croise le tracé du tunnel à l'Est du Quai du Maréchal Juin sur la commune de Sèvres en bordure du Parc de Saint-Cloud.
- Entre les gares de Saint-Cloud et Rueil/Suresnes « Mont-Valérien » :
    - Émissaire Sèvres Achères branche de Rueil (SAR) intercepte le tunnel au niveau de la rue du Mont Valérien, sur la commune de Saint-Cloud ;
    - Liaison Auteuil - Saint-Cloud de l'émissaire SAR: intercepte le tunnel au niveau du jardin public des Tourneroches sur la commune de Saint-Cloud ;
    - Chambre d'interconnexion SAN-SAR : ouvrage d'une soixantaine de mètres de longueur, avec un puits d'accès en voirie.



Coupe au niveau du regard de la chambre d'interconnexion SAN-SAR (Source : Société du Grand Paris)

    - Liaison Sèvres Achères branche de Rueil (SAR) de 3.5m de diamètre : la canalisation croise le tracé du tunnel au niveau de la chambre d'interconnexion ;
    - Liaison Sèvres Achères branche de Nanterre (SAN) de 4m de diamètre : cet émissaire croise le tracé à deux reprises :
        - Au niveau de la rue Albert Caron et de la rue des Nouvelles sur la commune de Suresnes ;
        - Au niveau de la rue des Marguerites.
- Entre les gares de Rueil/Suresnes « Mont-Valérien » et Nanterre La Boule :
    - Émissaire Sèvres Achères branche de Nanterre (SAN) de 4m de diamètre qui croise le tunnel en approche sud de la gare de Nanterre La Boule.
- Entre La Défense et Bécon-Les-Bruyères :
    - Émissaire Clichy-Achères branche de Bezons (CAB) de 4,00m de diamètre croisant le tracé en approche Sud de la gare Bécon-Les-Bruyères au niveau de la rue Franklin sur la commune de Courbevoie.



Coupe au passage sous le collecteur SIAPP DN4000 (Source : Société du Grand Paris)

- Entre Bois-Colombes et les Agnettes :
  - Émissaire Général (EGN) de 3,00m de diamètre, croisant le tracé au droit de l'Avenue d'Argenteuil ;
  - Émissaire Clichy Achères branche d'Argenteuil (CAA) de 4,00m de diamètre , croisant le tunnel au droit de la Rue du Ménil.
- Entre les Grésillons et Saint-Denis-Pleyel :
  - Émissaire Clichy-Bézons (CLB) de 2,60m de diamètre, croise le tracé au niveau des Quais de Seine.

Liste des ouvrages d'assainissement positionnés à moins de 20m de l'infrastructure et caractéristiques de traitement en cours de réflexion à la Société du Grand Paris

Nom de l'émissaire	*Diamètre (m)*	*Niveau du TN (mNGF)*	*Ecart vertical avec le tunnel (m)*	*Ecart horizontale avec les ouvrages (m)*	*Hypothèse de traitement au stade des études préliminaires approfondies*
Sèvres Achères Rueil (SAR)	3.75	33	Environ 14m au-dessus	Environ 40 m de l'OA 231	
		93.5	Pas d'intersection	Inférieur à 20m de l'OA 241	
			Environ 25m en dessous	Inférieur à 5m de l'OA 242	
SAR : Liaison Auteuil Saint-Cloud	--	88.5	Environ 2m en dessous	Environ 50m de l'OA 242	
Chambre d'interconnexion SAN-SAR et regard	--	88.7	Environ 30m en dessous mais regard proche	Supérieur à 150m de l'OA 243	Reconnaissances complémentaires Etaiement structurel renforcé Auscultation et surveillance du bâti pendant le passage du tunnelier
Sèvres Achères Nanterre (SAN)	4	82	Pas d'intersection	Inférieur à 20m de l'OA 243	
SAR	3.5	85	Pas d'intersection	Au droit de l'OA 243	
SAN	4	91	Environ 33m en dessous	Supérieur à 300m de l'OA 243	
		93	Environ 38m en dessous	Inférieur à 20m de l'OA 244	
			Pas d'intersection	Inférieur à 20m de Rueil / Suresnes « Mont Valérien »	
			Pas d'intersection	Supérieur à 200m de l'OA 251	
		41	Environ 3m au-dessus	Environ 40m de la gare de Nanterre - La Boule	Confortement des terrains par injection des fausses glaises et des argiles plastiques Auscultation et surveillance du bâti pendant le passage du tunnelier
Clichy-Achères branche de Bezons (CAB)	4	40	Environ 5m en dessous	Supérieur à 125m de la gare de Bécon-les-Bruyères	Veille particulière du pilotage du tunnelier, notamment de la pression de confinement Auscultation et surveillance du bâti pendant le passage du tunnelier
Emissaire Général (EGN)	3	30,5	Environ 14m au-dessus	Inférieur à 5m de l'OA 301	
Clichy Achères branche d'Argenteuil (CAA)	4	30	Environ 11m au-dessus	Supérieur à 250m de l'OA 301 et de la gare Les Agnettes	Auscultation et surveillance du bâti pendant le passage du tunnelier
Clichy-Bézons (CLB)	2.6	34	Environ 4m au-dessus	Supérieur à 150m de l'OA 322	

Au vu des éléments fournis au sein du tableau, l**a sensibilité est considérée comme forte avec les réseaux suivants :**

- L'émissaire Sèvres Achères branche de Rueil (SAR). En outre, la canalisation se situe au droit de l'OA 243 ;
- L'émissaire Sèvres Achères branche de Nanterre (SAN) ;
- L'émissaire Clichy Achères de Bezons (CAB) ;
- L'émissaire Clichy-Bézons (CLB).

Elle est considérée comme modérée concernant :

- L'émissaire Sèvres Achères branche de Rueil (SAR), avec les OA 241, 242;
- L'émissaire Sèvres Achères branche de Nanterre (SAN), avec l'OA 244 et la gare de Rueil / Suresnes « Mont Valérien » ;
- L'émissaire Général (EGN), avec l'OA 301.

Les principaux impacts notables sont donc :

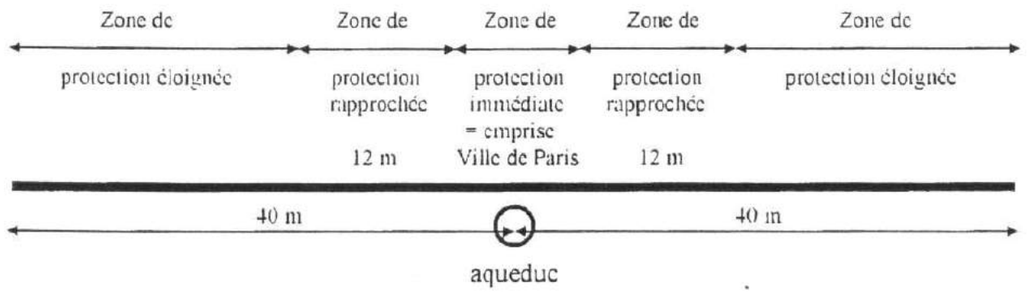
- Une éventuelle destruction ou dégradation des différents émissaires mentionnés ci-dessus lors du forage du tunnel au tunnelier,
- Une potentielle déstabilisation de l'ouvrage par un tassement des terrains au droit de la canalisation, entrainant rupture ou fissurations de ce dernier (impact indirect, cf. paragraphe spécifique) ; ou plus largement, toutes actions mécaniques susceptibles de modifier localement les propriétés physiques du sous-sol.

3.7.1.5 Atteintes aux canalisations d'eau potable

Le projet interfère avec l'aqueduc de l'Avre, entre les OA 241 et 242, au niveau de la rue du Mont Valérien et de la rue Marie Bonaparte sur la commune de Saint-Cloud. L'aqueduc de l'Avre est soumis à des servitudes de protection particulières :

L'aqueduc est doté de servitudes relatives à la conservation des eaux (AS1-aq). Ces zones de protection considérées pour la protection sanitaire de l'aqueduc sont :

1) La zone de protection immédiate constituée par l'emprise ou le tréfonds appartenant à la ville de Paris,
2) Les zones de protection rapprochée constituées par deux bandes de terrain de 13 mètres de largeur de part et d'autre de l'emprise,
3) 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.



Au niveau du passage sous l'aqueduc, la distance verticale observée avec le tunnel de la Ligne 15 Ouest est d'environ 27m.

La sensibilité est considérée comme négligeable à nulle, l'inter-distance séparant l'infrastructure et le réseau étant supérieure à 25m.

3.7.1.6 Atteintes aux infrastructures de transport d'électricité

Suite aux premières inspections menées par la Société du Grand Paris, plusieurs lignes de transport d'électricité sont présentes au niveau de la Ligne 15 Ouest, et potentiellement en interaction avec le réseau de transport. Il s'agit :

- Des liaisons RTE 63kV :
  - Buzenval-Puteaux Impasse Legagneux n°1, interceptée au niveau des boulevards Louis Loucheur et Henri Sellier à la limite de Saint-Cloud et Suresnes ainsi qu'au niveau du carrefour de la croix du roy sur la commune de Suresnes;
  - Danton-Puteaux Impasse Legagneux n°2, interceptée au niveau de la gare de la Défense 4 Temps sur la commune de Puteaux;
  - Danton Puteaux Impasse Legagneux n°1, interceptée au niveau de l'avenue Gambetta sur la commune de Courbevoie;
  - Fallou-Puteaux n°1, interceptée au niveau de l'avenue de Gambetta sur la commune de Courbevoie;
  - Fallou-Novion n°4, interceptée au niveau de la gare Les Agnettes sur la commune de Gennevilliers ;
  - Fallou-Novion n°2, interceptée au niveau de la N315 sur la commune de Gennevilliers.
- Des liaisons RTE 225kV :
  - Nanterre-Puteaux n°1 (1A – 1B), interceptée au niveau des rues de Venets et Sadi Carnot sur la commune de Nanterre ;
  - Nanterre-Puteaux n°2, interceptée au niveau de la rue de Courbevoie et de l'avenue Pablo Picasso sur la commune de Nanterre ;
  - Cormeilles-Perret n°1, interceptée à deux reprises au niveau des rues Jean-Pierre Timbaud et de Colombes et au niveau du boulevard de Verdun sur la commune de Courbevoie;
  - Argenteuil-Perret n°1, interceptée au niveau de la gare de Bois-Colombes sur la commune de Bois-Colombes;
  - Fallou-Novion n°1, interceptée au niveau de la rue du Mesnil sur la commune d'Asnières ;
- Sur les communes de Saint-Ouen et Saint-Denis, un certain nombre de liaisons ont été relevées mais ne seront pas étudiées dans le cadre de la Ligne 15 Ouest, mais dans celui de la Ligne 15 Est.

Ces réseaux sont soit de surface soit situés dans les premiers mètres du sous-sol et sont peu contraignants vis-à-vis de la Ligne 15 Ouest, hormis s'ils sont situés à proximité d'ouvrages émergents (gares, puits, …) ou si la distance entre le réseau et le toit/radier du tunnel est faible.

Les écarts entre l'infrastructure et les fondations du réseau RTE sont renseignés dans le tableau ci-après.

Distances entre les ouvrages RTE et le la Ligne 15 Ouest

Nom du réseau	*Ecart du réseau avec les ouvrages (m)*
Liaison Buzenval-Puteaux Impasse Legagneux n°1	**20m à l'est de l'OA 243**
Liaison Danton-Puteaux Impasse Legagneux n°2	**Environ 5m à l'ouest de la gare de la Défense 4 Temps**
Danton Puteaux Impasse Legagneux n°1	Environ 50m au sud-ouest de l'OA 281
Liaison Fallou-Puteaux n°1	Environ 50m au sud-ouest de l'OA 281
Liaison Fallou-Novion n°4	**En bordure directe de la gare de Les Agnettes**
	Environ 5m au sud de l'OA 311
Liaison Fallou-Novion n°2	Environ 320m à l'est de l'OA 312
Liaison Nanterre-Puteaux n°1 (1A – 1B)	Environ 150m au nord-est de la gare de Nanterre - La Boule
Liaison Nanterre-Puteaux n°2	Environ 160m au nord-est de l'OA 261
Liaison Cromeilles-Perret n°1	**Environ 5m au nord-ouest de l'OA 282**
	Environ 80m au sud-ouest de l'OA 283
Liaison Argenteuil-Perret n°1	**En bordure directe de la gare de Bois-Colombes**
Liaison Fallou-Novion n°1	Environ 250m au nord-est de l'OA 301

Nota : Sont identifiés en gras les ouvrages dont l'écart avec le réseau RTE est inférieur à 20m.

Les ouvrages RTE sont positionnés dans les premiers mètres en dessous du TN. Le tunnel de la Ligne 15 Ouest est quant à lui situé plus en profondeur sur l'intégralité du linéaire. Ainsi, la couverture de sol entre les ouvrages RTE et le tunnel de la Ligne 15 Ouest est importante.

De manière générale, la sensibilité est considérée comme faible au niveau du tunnel.

Par ailleurs, six ouvrages sont **situés à moins de 20 mètres** (horizontalement) d'un réseau RTE. Il s'agit des ouvrages suivants :

- Les gares de La Défense, de Bois Colombes et des Agnettes,
- Les OA 243, OA 282 et OA 311.

Les bases chantier (en cours de définition) impacteront 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 5m, hors balancement des câbles ;

- Une distance supplémentaire de 2m 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…).

La sensibilité de ces six ouvrages est donc considérée comme fort au niveau de la Ligne 15 Ouest.

3.7.1.7 Atteintes aux infrastructures de transport

Les impacts éventuels sont la dégradation des infrastructures par déformation des couches géologiques due aux méthodes constructives.

Le rappel des infrastructures interceptant le tracé de référence (issu de la pièce G.1) est réalisé dans le tableau ci-après. Celui-ci identifie, sur la base des études préliminaires approfondies réalisées par la Société du Grand Paris, des hypothèses de traitement adéquates.

Nota : L'intégralité des infrastructures recensées donneront lieu à une auscultation et une surveillance particulière pendant le passage du tunnelier.

Caractéristiques des infrastructures de transport interceptées par le tracé de référence (Source : Société du Grand Paris)

Infrastructure concernée	***Précisions sur l'infrastructure***	***Altitude de l'infra. (mNGF)***	***Écart min. observé avec le tracé de référence en m***	***Hypothèse de traitement***
Autoroute A13	Passage sous l'A13 - Tunnel sous Parc Saint-Cloud (tubes Nord et Sud)	60	Environ 9	
Transilien L et U	Passage sous le Transilien - Ligne L et U	75	Environ 15	
Autoroute A14	Passage sous l'A14 - La Folie	46	Environ 28	
RER A	Passage sous le RER A - La Folie	29	Environ 10	Renforcement structure du bâti Éventuellement travaux de confortement des terrains ou des fondations 3D monitoring pendant le passage du tunnelier
RER A	Passage sous le RER A - La Folie	41	---	
Projet EOLE	Passage sous le Projet EOLE tranchée ouverte - La Folie	42	Environ 12,5	Veille particulière du pilotage du tunnelier, notamment de la pression de confinement
Autoroute A14	Passage sous l'A14 et M1 : Nanterre - Puteaux	41.5	Environ 28	
RER A	Passage sous le RER A - Puteaux	33	Environ 13	Veille particulière du pilotage du tunnelier, notamment de la pression de confinement
Voirie RN13	Passage sous la RN13 - La Défense 1	45	---	
Voirie RN13	Passage sous la RN13 - La Défense 2	43	---	
Autoroute A14	Passage sous l'A14 - La Défense (sud)	30	---	
Métro Ligne 1	Passage sous le Métro 1 - La Défense (sud)	30	---	
RER A	Passage sous le RER A - La Défense 1	26	---	Le traitement préalable des terrains n'est pas envisageable. Veille particulière du pilotage du tunnelier, notamment de la pression de confinement
RER A	Passage sous le RER A - La Défense 2	26	---	Le traitement préalable des terrains n'est pas envisageable. Veille particulière du pilotage du tunnelier, notamment de la pression de confinement
Métro Ligne 1	Passage sous la ligne de Métro 1 - La Défense (nord)	38.5	---	
Autoroute A14	Passage sous l'A14 - La Défense (nord)	41	---	
Voirie RN192	Passage sous la RN 192 - La Défense	37	---	
Projet EOLE	Passage à proximité des puits EOLE - Gambetta	50	---	Renforcement structurel des puits (injection, traitement préalable)
Projet EOLE	Passage au-dessus du Projet EOLE - Courbevoie	10	4m	

Infrastructure concernée	*Précisions sur l'infrastructure*	*Altitude de l'infra. (mNGF)*	*Écart min. observé avec le tracé de référence en m*	*Hypothèse de traitement*
Transilien	Passage sous le Transilien L - Bois-Colombes	32	---	Confortement des terrains par la réalisation d'un bouchon injecté pour la sortie du tunnelier de la gare de Bécon-Les-Bruyères
Transilien	Passage sous le Transilien L –Asnières-sur-Seine	32	---	Confortement des terrains via ta réalisation du bouchon étanche d'entrée du tunnelier dans la gare de Bécon-les-Bruyères
Transilien	Transilien L –Asnières-sur-Seine	27	---	
Métro Ligne 13	Passage sous la ligne de Métro 13 à la sortie de la gare Les Agnettes	16.5	0m	Confortement des terrains par la réalisation d'un bouchon injecté pour la sortie du tunnelier de la gare des Agnettes
RN 315	Passage sous RN 315	Tranchée couverte	Environ 15m	
RER C	Passage sous le talus du RER C	30	Environ 17m	

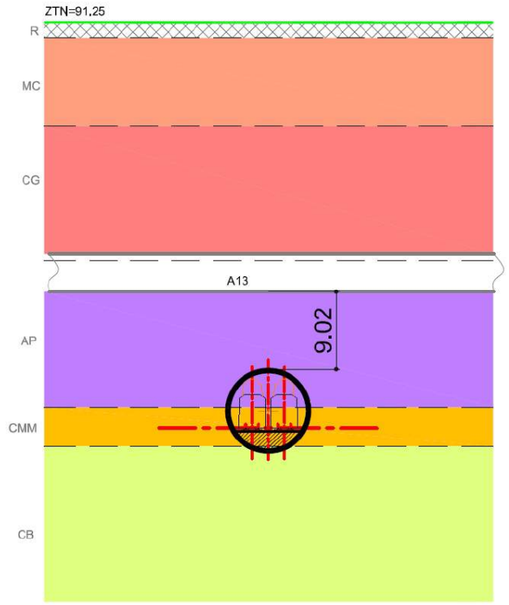
Ci-dessous, sont présentés plus exhaustivement les principales interactions entre la Ligne 15 Ouest et les infrastructures interceptées. Ces dernières ont déjà fait l'objet d'une analyse préliminaire par la Société du Grand Paris concernant leur traitement au stade des travaux,

- *L'autoroute A13*

Le tracé de référence de la Ligne 15 Ouest passe sous l'autoroute A13 au niveau de la commune de Saint-Cloud (9m d'écart entre l'A13 et la Ligne 15 Ouest).

Dans cette zone, le tunnelier se trouve entre deux formations géologiques, L'Argile plastique et les Marnes de Meudon. Cette position géologique est plutôt favorable en raison de la similarité de comportement de ces deux formations. Le passage du tunnelier nécessite toutefois une veille particulière sur le confinement du front de taille et un suivi en temps réel des déformations éventuelles de l'ouvrage de l'A13.

La sensibilité est considérée comme modérée au regard des caractéristiques géologiques favorables.



Coupe de passage sous l'A13

- *Les Transilien L et U*

La Ligne 15 Ouest passe sous les Transiliens L et U au niveau de la gare de Saint Cloud Transilien. Bien que la couverture du sol entre cet ouvrage et le tunnel de la Ligne 15 Ouest soit de 15m environ, une attention particulière doit être portée sur l'infrastructure en termes d'auscultation préalable et de surveillance pendant le creusement du tunnel.

L'impact est faible au regard de la couverture importante du sol entre les deux ouvrages.

- *L'autoroute A14*

Le tracé de la Ligne 15 Ouest croise l'autoroute A14 sur différents secteurs :

- A environ 250m de l'OA 262, en amont de la gare de Nanterre-La Folie. Au regard du niveau des fondations de l'infrastructure (à une côte de 46mNGF environ) et de celui du tunnel dans ce secteur (environ 18mNGF), la couverture de sol entre les deux infrastructures est importante (28m minimum). Le couplage d'une auscultation et d'une surveillance de l'ouvrage pendant le passage du tunnelier est prescrit.

  L'impact est considéré comme faible.

- Entre l'OA 271 et la gare de La Défense 4 Temps, le tracé intercepte l'A14 avec une couverture d'environ 28m.

  Compte tenu de la distance entre les deux ouvrages, **La sensibilité est considérée comme faible**.

À l'est de la gare de la Défense 4 Temps, le tracé croise à nouveau l'autoroute A14. Le couplage d'une auscultation et d'une surveillance de l'ouvrage pendant le passage du tunnelier est prescrit.

La sensibilité est considérée comme faible compte tenu de la couverture importante du sol entre les deux ouvrages.

- À l'est de la gare de La Défense 4 Temps, le tracé intercepte une nouvelle fois l'A14, et ce à deux reprises, de part et d'autre du métro ligne 1 et du RER A. Le couplage d'une auscultation et d'une surveillance de l'ouvrage pendant le passage du tunnelier est prescrit.

  La sensibilité est considérée comme faible au regard de la couverture importante du sol entre les deux ouvrages.

- *Le RER A*

Le tracé de référence de la Ligne 15 Ouest passe sous le RER A à différents niveaux de la ligne :

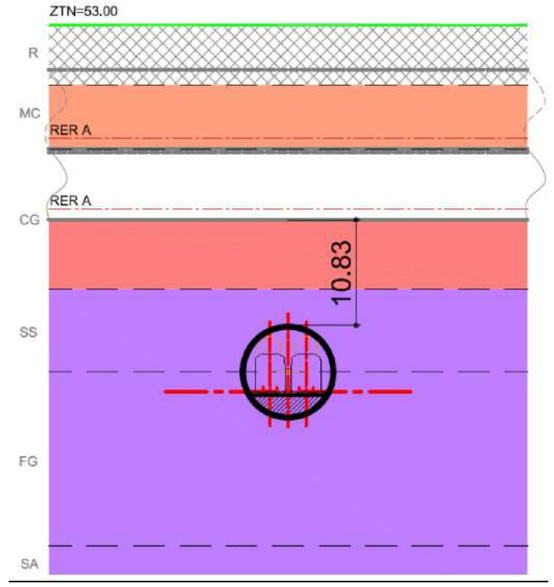
- Environ 400m avant son arrivée à la Gare de Nanterre la Folie, le tunnelier s'inscrit sous l'ouvrage du RER A (deux tunnels proches couverts par un cadre). Les contraintes de tracé sur ce secteur imposent une faible couverture de l'ordre de 10m.

  Dans la zone concernée, le tunnelier se trouve dans une configuration de front mixte, entre les terrains argileux des Fausses glaises en partie inférieure et les Sables supérieurs en partie supérieure de la section. Bien que les terrains soit propices au passage du tunnelier, la faible couverture entre le tunnel et le RER A, et les difficultés de gestion de confinement à cause du creusement en front mixte, rendent ce passage délicat. En revanche, sous réserve que la partie basse du Calcaire grossier soit de bonne qualité, les 7m environ de calcaire devraient aider à amortir une partie des tassements induits par le creusement du tunnel.

  Les mesures déjà étudiées au niveau de ce franchissement sont les suivantes :

  - Le renforcement de la structure du bâti et éventuellement des travaux de confortement des terrains ou des fondations
  - Un 3D monitoring pendant le passage du tunnelier
  - Le traitement, l'auscultation et la surveillance du bâti pendant le passage du tunnelier

  La sensibilité est considérée comme forte.



Coupe de passage sous le RER A avant l'arrivée à la Gare de Nanterre la Folie

- Entre l'OA 271 et la gare de La Défense, le tracé intercepte le RER A. Dans cette zone le tunnelier se trouve à cheval entre les formations du Calcaire grossier et des Sables supérieurs. Même si cette position implique le creusement en front mixte, le contexte géologique est plutôt favorable car les deux horizons se prêtent bien au creusement au tunnelier, et parce que la couverture d'environ 13m, entre les deux tunnels, contient une épaisseur de 9m de Calcaire grossier, donc de bon terrain, permettant d'amortir les tassements induits par le creusement du tunnel.

  Ce passage devrait ainsi se faire relativement aisément, sous condition d'une attention particulière sur la maîtrise du confinement du front de taille. Un suivi en temps réel des tassements pendant le creusement permettra d'alerter et d'adapter le confinement et le cadence du creusement lors de ce passage sensible.

  La sensibilité est considérée comme modérée.

- Entre la gare de La Défense Quatre Temps et l'OA 281, le tracé intercepte une nouvelle fois le RER A.

  Les contraintes de tracé sont principalement en profil en long pour passer sous le RER A. Au droit de la coupe, le tunnelier compose un virage en plan pour passer de l'alignement avec la gare de Bécon-les-Bruyères à l'alignement avec La Défense 4 Temps, avec un virage en plan pour remonter à la gare de La Défense après le passage sous le RER A. Ce double virage pose de fortes contraintes sur le pilotage de la machine.

  Lors de ce passage sensible (couverture d'environ 9m entre le tunnel et RER), le front de taille du tunnelier se trouve dans une configuration de front mixte entre l'horizon du Calcaire grossier en partie supérieure et les Sables supérieurs en partie inférieure.

Cette disposition est favorable au creusement au tunnelier, d'autant plus que la couverture de bon terrain (Calcaire grossier) permet d'atténuer les mouvements transmis aux avoisinants.

La sensibilité est considérée comme forte.

- *Le projet EOLE*

Le tracé de la Ligne 15 Ouest intercepte le projet EOLE à plusieurs reprises :

- Entre les OA 262 et 271, le tracé de la Ligne 15 Ouest intercepte le projet EOLE situé en surface. La distance entre les deux ouvrages est importante.

  Le couplage d'une auscultation et d'une surveillance de l'ouvrage pendant le passage du tunnelier est prescrit.

  La sensibilité est considérée comme très faible.

- Au niveau de l'intergare La Défense – Quatre Temps et Nanterre la Folie.

  La faible distance entre les gares de La Défense – Quatre-Temps et Nanterre-la-Folie (environ 1,30km) contraint le tracé, afin de relier les alignements des deux gares, à croiser le tunnel du projet EOLE.

  Lors de ce croisement, la configuration géologique présente un front mixte de Calcaire grossier, Sables supérieurs et Fausses glaises, une situation qui complexifie le maintien du confinement à cause des caractéristiques géotechniques différentes de chaque horizon. En revanche, la couverture de 12,5m environ, entre le tunnel et la tranchée ouverte d'EOLE, est constituée dans son intégralité de Calcaire grossier qui possède de bonnes caractéristiques mécaniques et peut ainsi atténuer l'impact du creusement du tunnel sur l'ouvrage EOLE.

  Une veille particulière du pilotage du tunnelier sera effectuée, et notamment concernant la pression de confinement. Cette veille sera couplée à une auscultation et une surveillance du bâti pendant le passage du tunnelier.

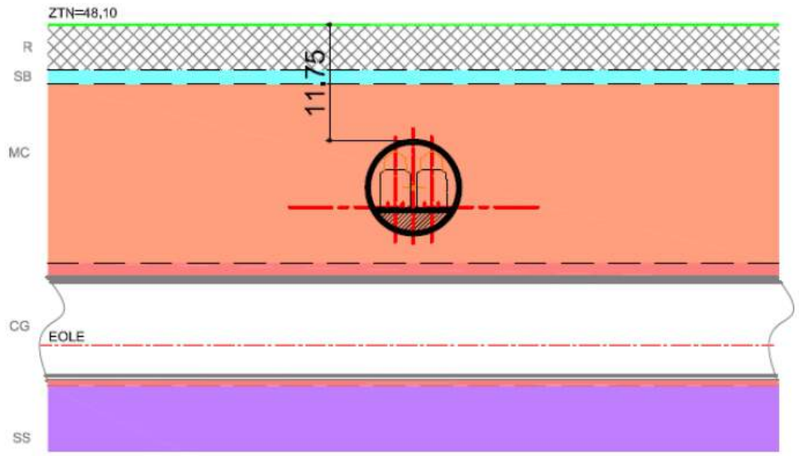
  La sensibilité est considérée comme modérée.

- La Ligne 15 Ouest croise le projet EOLE une nouvelle fois aux abords de l'OA 281. Dans cette zone le tunnel doit passer au-dessus du projet EOLE. La couverture au-dessus du tunnel de la ligne 15 Ouest est de l'ordre d'un diamètre, la couverture entre le projet EOLE et le tunnel n'est que de 4,3m environ. .

  Le tunnel est entièrement situé dans les Marnes et Caillasses, avec une couverture composée de 5,7 m de Marnes et caillasses, de 1,4 m de Sables de Beauchamp et 4,6 m de remblais, ce qui donne des pronostics de tassements défavorables dans cette zone.

  Néanmoins, étant donné que la formation des Marnes et caillasses est favorable pour le creusement par une machine à confinement, ce passage devrait se réaliser aisément sous condition qu'une attention particulière soit assurée sur la maîtrise du confinement du front de taille. Un suivi en temps réel des tassements pendant le creusement permettra de donner l'alerte et d'adapter le confinement et la cadence du creusement lors de ce passage sensible.

  La sensibilité est considérée comme modérée.



Coupe de passage au-dessus du projet EOLE (écart de 4.3m entre le toit du tunnel EOLE et le tunnel)

- *La RN13*

Au niveau de la gare de La Défense, le tunnel de la Ligne 15 Ouest croise la RN13. La faible profondeur des fondations de cet ouvrage, conjugué à la forte couverture du sol au-dessus du tunnel dans ce secteur permettent de conclure à une **sensibilité très faible**.

Le couplage d'une auscultation et d'une surveillance de l'ouvrage pendant le passage du tunnelier est prescrit.

- *Le métro ligne 1*

Le tracé de la Ligne 15 Ouest croise celui de la ligne 1 du métro à environ 150m à l'ouest de la gare de La Défense 4 Temps. Le croisement s'effectue à deux reprises, de part et d'autre du RER A.

Le couplage d'une auscultation et d'une surveillance de l'ouvrage pendant le passage du tunnelier est prescrit.

La sensibilité est considérée comme faible compte tenu de l'importante couverture du sol entre les deux ouvrages (plus de 20m).

- *La RN 192*

A l'est de la gare de la Défense 4 Temps, le tracé de la Ligne 15 Ouest croise la RN 192.

Le couplage d'une auscultation et d'une surveillance de l'ouvrage pendant le passage du tunnelier est prescrit.

La sensibilité est considérée comme faible compte tenu de l'importante couverture du sol entre les deux ouvrages (plus de 20m).

- *Le Transilien L*

Le tracé de la Ligne 15 Ouest intercepte à plusieurs reprises le Transilien L :

- A plusieurs reprises au niveau de la gare de Bécon-les-Bruyères. La couverture du sol entre les deux ouvrages est importante. Cependant, la proximité avec la gare implique le confortement des terrains par la réalisation d'un bouchon injecté pour l'entrée et pour la sortie du tunnelier de la gare de Bécon-Les-Bruyères, ainsi qu'une auscultation et surveillance du bâti pendant le passage du tunnelier.

  La sensibilité est considérée comme modérée.

- Au sud-ouest de la gare de Bois-Colombes.

  Le couplage d'une auscultation et d'une surveillance de l'ouvrage pendant le passage du tunnelier est prescrit.

  La sensibilité est considérée comme faible compte tenu de l'importante couverture du sol entre les deux ouvrages (environ 20m).

- *Le métro ligne 13*

A la sortie est de la gare de Les Agnettes, le tracé de la Ligne 15 Ouest intercepte la ligne 13 du métro. La couverture du sol est nulle. Le confortement des terrains par la réalisation d'un bouchon injecté pour la sortie du tunnelier de la gare des Agnettes est prévu. À cela s'ajoutent l'auscultation et la surveillance du bâti pendant le passage du tunnelier.

La sensibilité est considérée comme modérée.

- *La RN 315*

Aux abords de l'OA 312, le tracé de la Ligne 15 Ouest croise celui de la RN 315. La couverture de sol entre le tunnel et les fondations de l'ouvrage est d'environ 15m. L'auscultation et la surveillance du bâti pendant le passage du tunnelier sont prévues.

La sensibilité est considérée comme faible.

-

- *Le RER C*

Au niveau de la gare de Les Grésillons, le tracé croise celui du RER C avec une couverture d'environ 17m. L'auscultation et la surveillance du bâti pendant le passage du tunnelier sont prévues.

La sensibilité est considérée comme faible au regard de la couverture de sol entre les deux ouvrages.

3.7.1.8 Atteintes aux fondations des bâtiments

Les impacts directs sur les fondations des bâtiments correspondent à une destruction/déstabilisation de ces dernières par le creusement au tunnelier ou la mise en œuvre 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 préliminaires de conception menées jusqu'à présent a permis de s'affranchir d'un certain nombre d'interactions entre le projet et les fondations de bâtis.

Cependant certains secteurs traversés sont particulièrement contraints, à l'image du secteur de la Défense. Ainsi, un certain nombre de bâtiments présentent un niveau de criticité moyen à fort. Ceux-ci ont été listés dans la pièce G.1.

Les études préliminaires approfondies réalisées par la Société du Grand Paris ont permis de faire ressortir parmi ces bâtiments ceux pour lesquels une interaction avec la Ligne 15 Ouest est possible et pour lesquels des mesures spécifiques sont à prendre. Ces bâtiments sont listés dans le tableau suivant et nécessitent à minima une auscultation et une surveillance du bâti pendant le passage du tunnelier.

Les bâtiments pour lesquels les impacts sont forts sont en gras dans le tableau. Les autres sont impactés de manière modérée.

À noter que la Société du Grand Paris a d'ores et déjà entrepris, pour certaines des sensibilités de la Ligne, la caractérisation des mesures qu'elle proposera de mettre en œuvre et d'étudier dans les phases ultérieures d'étude.

Liste des bâtis interceptés par le fuseau d'étude et identifiés comme potentiellement impactés (source : Société du Grand Paris)

Commune	*Adresse*	*Typologie bâti*	*Couverture entre les fondations et le tunnel*	*Hypothèses de traitement*
Saint Cloud	4 rue du Mont Valérien	Immeuble d'habitation R+8	Environ 26m	
	5 bd Louis Loucheur	Immeuble de bureaux (Lafarge)	Environ 11m	Confortement des terrains (Marnes et caillasses) par injections depuis la surface
Rueil Malmaison	6 bis rue des Houtraits	Immeuble d'habitation R+6	Environ 15m	
	15-17 rue Fabre d'Eglantine	Immeuble d'habitation R+4/R-1		
	50-52 rue Gambetta	Immeuble d'habitation R+4		
Nanterre	Couverture faible de 13.7m sous habitat résidentiel			Pas de traitement de terrain envisageable. Risque de fissurations légères
	133-137 rue des Vignes	**Immeuble de bureaux R+4/R-2 à R-4**	**Environ 10m de remblais**	**Confortement des terrains par injection des remblais à partir de la surface.**
	(27-29 av du Maréchal Joffre - Nanterre)	immeuble d'habitation R+3 R+-1		
	(13 av du Maréchal Joffre - Nanterre)	**immeuble d'habitation R+5 R-2**	**Environ 13m**	
	Tour des Serres de Neuilly	Immeuble de bureaux R+50/R-5 à R-8 en projet		Le tracé a été optimisé pour se prémunir de tout impact sur le bâtiment projeté
	Tour KMPG, 11 cours Valmy	Immeuble de bureaux R+9		
	UGC Ciné Cité, Le Dôme – Puteaux	**Cinéma R+3 / R-4**	**Environ 27m**	
	Le Passage de l'Arche	**Immeuble de bureaux R+7**	**Environ 27m**	
	Usine de ventilation V.3	**R-8 et fondations par poteaux**		**Renforcement du radier de l'usine Traitement des terrains**
	Ouvrage SNCF	**Fondations sur poteaux**		**Renforcement de l'ouvrage Traitement des terrains**
	Centre commercial Les Quatre Temps	**Bâtiment commercial R+4/R-4**		**Création d'une voute parapluie**
	Elysées La Défense, 7C place du Dôme	Immeuble de bureaux R+7/R-4	58	
	Centre commercial Les Quatre Temps et gare fantôme	**Bâtiment commercial R+4/R-4 et barrettes de fondation**		**Comblement partiel de la gare fantôme Reprise en sous-œuvre des fondations. Traitement gravitaire des vides par coulis**
	Tour EDF, 20 place de la Défense	Immeuble de bureaux R+40/R-6		
Courbevoie	**Cœur Défense, 110 Esplanade du Général de Gaulle**	**Immeuble de bureaux R+39/R-6**	**Environ 8m de calcaire grossier**	**Confortement des terrains par injections des Calcaire grossiers ou réalisation de fondations additionnelles**
	Tour Mazars Exaltis, 61 rue Henri Régnault	Immeuble de bureaux R+6/R-3		
	Tour EQHO/Descartes, 2 avenue Gambetta	**Immeuble de bureaux R+40/R-4**		
	2 place des Vosges - Courbevoie	Tour La Fayette et Lavoisier T+9 / R-?	Environ 11m	Reconnaissances des fondations du bâti Travaux de confortement
	Place de la Pyramide	R+8		
	Place Charras	**Immeuble d'habitation R+14**		**Injections compensatoire Reconnaissances complémentaires**
	19-30 rue Baudin	Hôtel R+11		
	10-16 rue de l'Alma	Immeuble d'habitation R + 8 / R - 1	Environ 11m	
	37 rue d'Alma	Immeuble d'habitation R+4/R-1		
Asnières sur Seine	104 rue du Ménil	Immeuble d'habitation R+3/R-1		
	102 rue du Ménil	Immeuble d'habitation R+3/R-1		
Saint-Ouen	Quai de l'Aéroplane	Immeuble d'habitation R+15	Environ 35m	

Au regard du tableau précédent, le secteur de Nanterre La Défense (encadré rouge) apparait comme particulièrement contraint. Les points les plus sensibles de ce secteur sont traités ci-après.

Cas de la gare de La défense inscrite sous le centre commercial des 4 Temps :

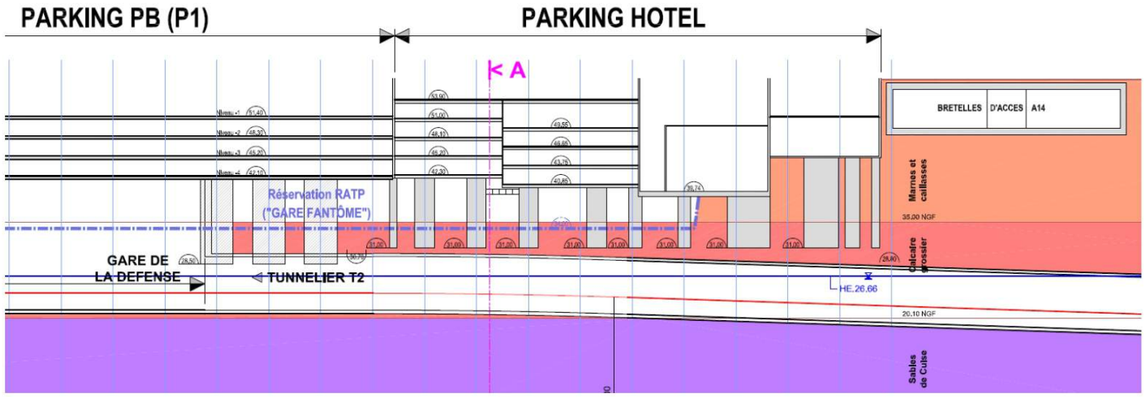
Le tunnel de la Ligne 15 Ouest s'insère sous deux parkings ainsi que la « gare fantôme » (réservations RATP dans le cadre des mesures conservatoires de la Ligne 1), avant son arrivée à la gare de La Défense :

- Sur une distance d'environ 25 m sous 4 barrettes de fondation du « Parking Hôtel » avec une couverture d'environ 2,2 m à 1,4 m

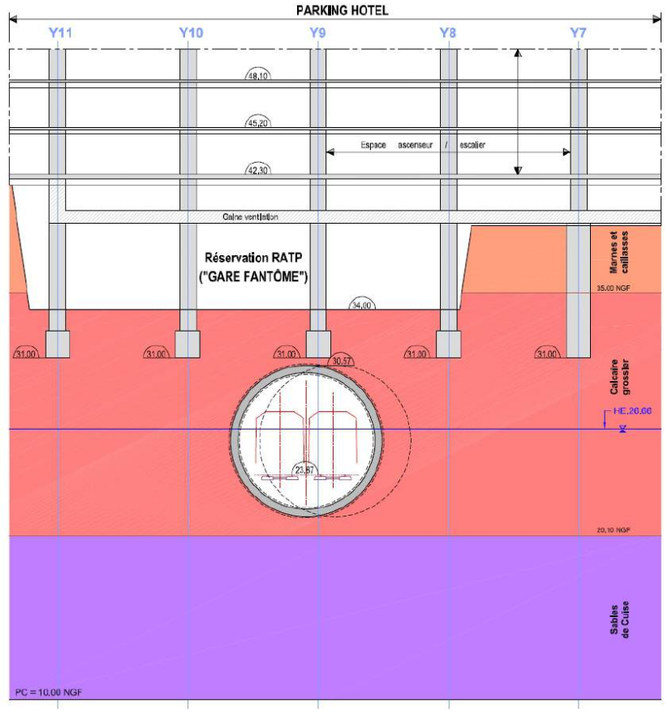
- Sur une distance d'environ 75 m, avec une couverture de 4 m à 3 m, sous la «gare fantôme» (réservation RATP). Il s'agit des mesures conservatoires prises pour la ligne 1 lors de la construction des parkings P1, P2 et Parking Hôtel en dessous des parkings.

- Sur une distance de 47 m environ, sous 7 barrettes de fondation du Parking Hôtel avec une couverture entre 1 m et 0 m. Ces fondations traversent le fond de fouille de la « gare fantôme » (située à 34m NGF environ) et prennent leur assise à 31 m NGF dans le Calcaire grossier.

- Sur une distance de 26 m environ, en proximité de 4 barrettes de fondation du parking P1 (PB). La distance latérale entre le tunnel et les assises des barrettes est d'environ 3,5 m.



Profil en long du tunnel à l'est de la Gare de La Défense, avec représentation des parkings et de la « gare fantôme » à proximité du tunnel (Source : Société du Grand Paris)

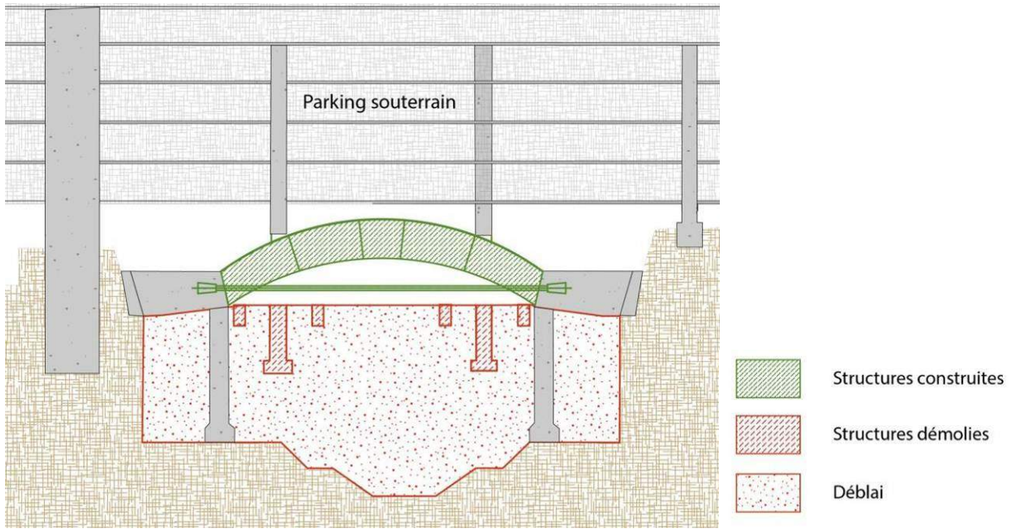


Coupe en travers AA du franchissement du tunnel sous la « gare fantôme » et les fondations du Parking Hôtel (source : études préliminaires approfondies de la Société du Grand Paris)

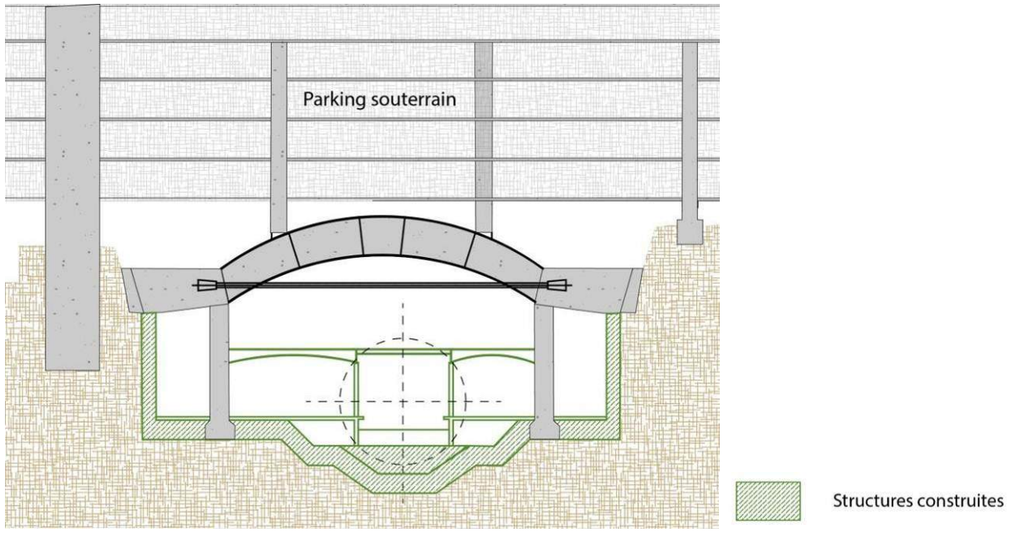
Au regard des interactions fortes entre les fondations et le tunnel de la Ligne 15 Ouest. **La sensibilité est considérée comme forte**.

A ce stade des études, la Société du Grand Paris projette le mode d'intervention défini au sein de la pièce D4 du dossier DUP qui consiste à entreprendre la réalisation d'arches, supportant une partie des fondations du parking. Cette solution constructive devra être conforté lors de la réalisation des études de conception d'Avant-Projet (études Post-DUP).

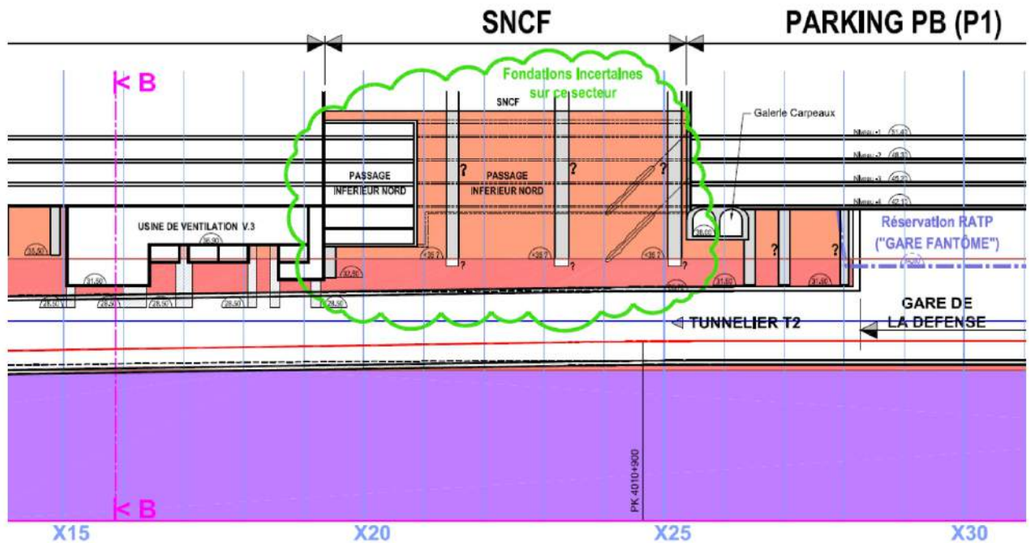
Construction des arches et déblai de la gare



Passage du tunnelier, construction du radier et aménagement de la gare



Cas des ouvrages SNCF, parkings souterrains et usine de ventilation V.3

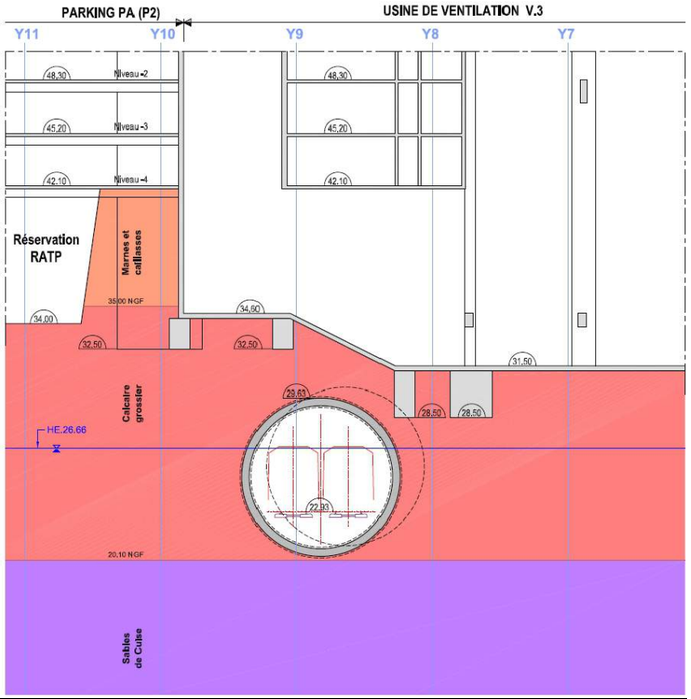


Profil en long du tunnel à la sortie de la gare de la Défense, avec représentation des fondations des parkings et de l'ouvrage SNCF à proximité du tunnel (source : Société du Grand Paris)

En sortie de la gare de La Défense, le tunnel s'insère sur une distance d'environ 200m à proximité d'un grand nombre de structures :

- Sur une distance d'environ 15 m, passage sous trois barrettes de fondation du parking P1 (PB) avec une couverture inférieure à 1 m entre le tunnel et l'assise des barrettes.
- Sur une distance de 9 m environ, passage sous la galerie technique Rue Carpeaux avec une couverture d'environ 7 m entre le tunnel et le radier de la galerie.
- Passage sous la paroi moulée ancrée du parking P1 (PB) avec une couverture de l'ordre de 3 m (niveau de fondation incertaine) entre le tunnel et l'assise de la paroi.
- Sur une distance de 32 m environ, passage sous les fondations d'un ouvrage SNCF avec une couverture de l'ordre de 3 m (niveau de fondation incertain).
- Sur 13 m environ, passage sous la « Passage inférieur nord » avec une couverture d'environ 6 m. Ce passage relie les parkings P1 (PB) et P2 (PA) en souterrain sur 4 niveaux.
- Franchissement sous la paroi est du parking P2 (PA) avec une couverture d'environ 2 m (incertitude sur le type de parois et le niveau de fondation).
- Passage sur 34 m environ à proximité des fondations de l'usine de ventilation V3 du parking P2 (PA). Les études préliminaires approfondies ont permis d'indiquer que le niveau des assises de fondations de l'usine de ventilation est situé à 28,50 m NGF, donc environ 10,6 m plus bas que le niveau -4 du parking. Cette contrainte a été prise en compte dans le cadre des études préliminaires approfondies complémentaires en décalant légèrement le tracé (axe du tunnel) vers le Sud.

- Sur un linéaire de 92 m environ, passage sous les fondations du parking P2 (PA) avec une couverture de l'ordre de 2 m à 5,6 m entre le tunnel et l'assise des fondations.



Nota : le tunnel a été repositionné en dehors des fondations de l'usine de ventilation V3 lors d'un complément d'études préliminaires approfondies.

Coupe en travers du tunnel sous l'usine de ventilation V3 (Source : Société du Grand Paris)

Au regard des interactions fortes entre les fondations de cet ouvrage et le tunnel de la Ligne 15 Ouest, **la sensibilité est considérée comme forte**.

C'est pourquoi les études préliminaires approfondies ont d'ores et déjà fait l'objet de compléments sur ce secteur ayant amené la Société du Grand Paris à décaler le tunnel et ainsi supprimer l'impact direct dans les fondations de l'usine de ventilation V3. Des techniques de confortements seront néanmoins nécessaires pour assurer la stabilité des édifices.

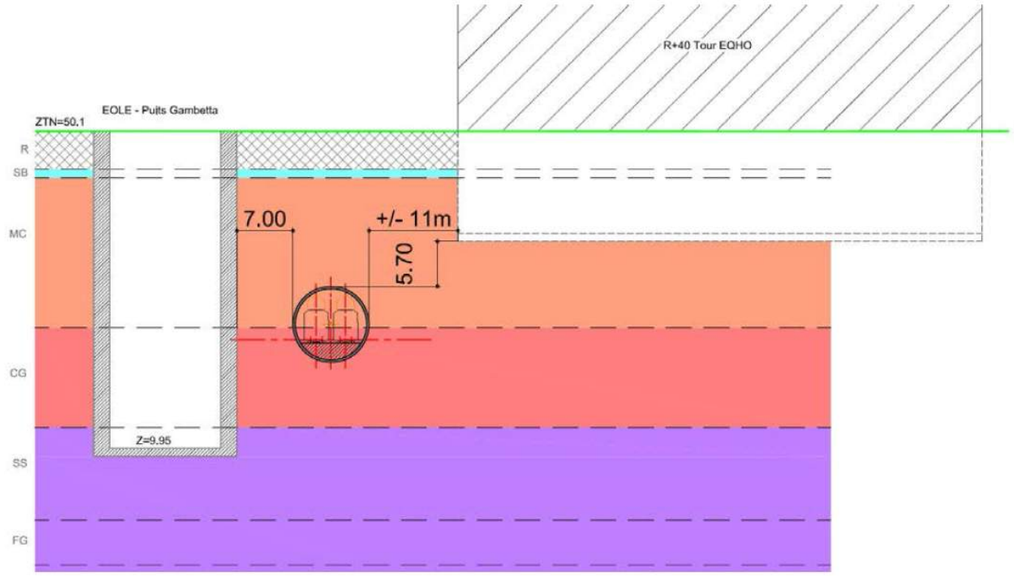
Tour EQHO (ex-tour Descartes) et puits Gambetta d'EOLE

Au nord-est de la gare de La Défense, le profil en long du tunnel est contraint par la nécessité de plonger à forte pente 49‰ après le passage au-dessus du projet EOLE, pour permettre son passage sous le tunnel du RER A.

Par ailleurs, le tracé en plan est contraint par le passage entre deux puits du projet EOLE (qui seront à priori réalisés avant le passage du tunnelier) et la tour EQHO (ex tour Descartes) à des distances latérales d'environ 11m et 7m respectivement.

La position géologique du tunnel du Métro de Grand Paris Express, lors de cette plongée, correspond au passage des Marnes et caillasses au Calcaire grossier; ainsi le tunnelier se trouve dans une situation de front mixte variant fortement sur une distance de 150m et pouvant causer des difficultés de tenue du confinement. Une veille particulière de la gestion des paramètres du tunnelier lors du changement de faciès et un suivi en temps réel des tassements est nécessaire lors du passage du tunnelier.

Des reconnaissances des niveaux de sous-sol, ainsi que sur le type et l'orientation des fondations de la tour sont nécessaires pour permettre une analyse détaillée, et le cas échéant, la définition des travaux de confortement préalables pour ce passage sensible.



Coupe en travers du passage à proximité de la tour EQHO (source : études préliminaires approfondies de la Société du Grand Paris)

Le puits dit « Gambetta » de la Ligne EOLE, à gauche sur l'illustration, servira également de puits de ventilation pour la Ligne 15 Ouest (OA 281). La mutualisation de cet ouvrage permettra de réduire les emprises au sol concernant les ouvrages annexes de ces deux projets connexes.

En raison de la proximité entre les ouvrages existants (ou projetés) et la Ligne 15 Ouest, **la sensibilité est considérée comme forte**.

3.7.1.9 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 :

- 1 - Fuites des collecteurs qui peuvent à leur tour entraîner des déstabilisations de terrain et l'effondrement de certains ouvrages de surface ;
- 2 - Émanations ou explosions de gaz ou des réseaux de chaleur ;
- 3 - Pollutions liées à des fuites des canalisations de pétrole ;
- 4 - Autres pollutions liées à des fuites de canalisations ;
- 5 - Dégâts humains.

Effets indirects potentiels selon la nature des ouvrages

Effets indirects	*Canalisation de gaz*	*Canalisation de pétrole*	*Canalisation de chaleur*	*Grands collecteurs d'assainissement*	*Aqueducs*	*Infrastructures de transport*
1				X	X	
2	X	X	X			
3		X				
4				X	X	
5	X	X	X			

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.

La sensibilité est considérée comme forte.

3.7.1.10 Impacts indirects sur les fondations des bâtiments

Les impacts indirects correspondent à une déstabilisation des sols (donc des fondations) engendrée par les travaux et provoquant :

- 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.

Ceux-ci concernent l'ensemble du linéaire de la Ligne 15 Ouest.

Par ailleurs, la déstabilisation des sols engendre des dommages sur l'ouvrage ou les bâtiments :

- Des fissurations si le mouvement de sol est de faible ampleur ;
- Des tassements (ou soulèvements) uniformes ou différentiels ;
- Des rotations d'ensemble ou différentielles ;
- Des déplacements horizontaux d'ensemble ou différentiels (compression ou extension) ;
- Des cassures, voire l'effondrement, si le mouvement de sol est plus significatif.

La sensibilité est considérée comme modérée au regard du nombre de bâtiments identifiés comme impactés directement.

3.7.1.11 Mesures et démarches retenues pour éviter et réduire les impacts potentiels du projet sur les réseaux, les infrastructures et le bâti

Mesures d'évitement et de réduction

- **Mise en place de parois moulées pour la réalisation des gares (hors gare de La Défense) et des ouvrages annexes** : Les parois moulées sont la méthode constructive la plus robuste et la plus fiable vis-à-vis de la maîtrise des tassements des avoisinants au niveau des gares et de certains ouvrages.

  Ces parois moulées permettent d'isoler la zone de travail et donc d'éviter des atteintes aux ouvrages et fondations existants. Leur rôle structurel améliore fortement la performance des parois moulées dans leur rôle d'écran et permet d'éviter des impacts.

  A ce stade des études, il est possible de définir une liste non exhaustive des dispositions qui pourraient être prises au moment des travaux :

  - Raidissement de la paroi moulée si les calculs en montrent la nécessité,
  - Limitation de la largeur des panneaux de paroi moulée,
  - Utilisation de matériel d'excavation à hydro-fraise,
  - Densité de la boue bentonitique adaptée,
  - Butonnage actif lors du terrassement de la gare,
  - Prétraitement de terrain entre paroi moulée et sous-sol,

- **Utilisation d'un tunnelier** : La réalisation au tunnelier est la technique de terrassement permettant de réduire au maximum les tassements du terrain, source potentielle de désordre pour les réseaux.

  Les études pourront amener à définir les mesures spécifiques suivantes (liste non exhaustive) :

  - Gestion de la pression de confinement,
  - Maîtrise des paramètres du tunnelier,
  - Mesures de mise en sécurité en cas d'arrêt,
  - Injection à l'avancement,
  - Allongement du bouchon.

- **Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions** : Ces consultations sont obligatoires réglementairement (voir par exemple les articles R. 554-21 et suivants du code de l'environnement). Elles ont pour objet, à chaque stade d'avancement de la conception du projet et de la phase travaux, d'échanger sur les contraintes à prendre en compte dues à la présence des ouvrages et de rechercher des solutions partagées. Elles sont essentielles dans le cadre des objectifs de préservation absolue des réseaux concernés.

  Dans le cadre de la mise en œuvre du tunnel de la Ligne 15 Ouest, plusieurs cas particuliers méritent la prise en compte de mesures de réduction spécifiques :

  - Réseau TRAPIL dans le secteur à l'est de la gare des Grésillons ;
  - Réseau CPCU dans le secteur à l'est de la gare des Grésillons ;
  - Réseau ENERTHERM, au niveau de la gare de Nanterre La Folie ;
  - Réseaux SIAAP dans différents secteurs de la Ligne 15 Ouest et à minima au niveau des réseaux suivants:
    - SAR dans le secteur de l'OA 243,
    - SAN dans le secteur de la gare de Nanterre La Boule,
    - CAB dans le secteur de la gare de Bécon-les-Bruyères,
    - CAA entre l'OA 301 et la gare de Les Agnettes.

  Ces réseaux, de par leur proximité avec le projet de Ligne 15 Ouest, devront faire l'objet de réflexions entre les services de la Société du Grand Paris et ceux des gestionnaires de réseaux.

  C'est pourquoi la Société du Grand Paris a déjà pris des contacts et engagera les échanges nécessaires avec les services des gestionnaires de réseaux afin de garantir la pérennité des ouvrages, et leur dévoiement si nécessaire.

- **Ajustement du profil en long de l'infrastructure** : Pour de nombreux ouvrages souterrains et fondations, il a été choisi de s'éloigner suffisamment pour éviter toute interaction prévisible.

  D'une manière générale, l'occupation du sous-sol actuelle de la zone de projet est relativement dense, notamment dans le secteur de La Défense. De fait, elle interdit le passage du tunnel dans les 10 premiers mètres de sous-sol, sauf exception et/ou contrainte. Cette interdiction résulte à la fois de contraintes réglementaires de types servitudes, de contraintes normatives et de contraintes techniques. Pour l'essentiel, les canalisations GRT Gaz, TRAPIL sont dans ce cas.

  De plus, cette sur-profondeur permet de s'affranchir de la présence de fondations ou niveaux de sous-sol profonds de certains bâtiments en surface.

- **Travaux de dévoiement ou 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 :

  Un dévoiement des réseaux, mené par le gestionnaire, afin de déplacer l'ouvrage dans un secteur où les incidences des travaux de la Ligne 15 Ouest seront imperceptibles, ou du moins acceptables pour le maintien de l'ouvrage ;

  Un confortement de l'ouvrage sur site, afin de renforcer sa structure et réduire sa vulnérabilité aux incidences potentielles des travaux de la Ligne 15 Ouest. Plusieurs méthodes peuvent être mises en œuvre :

  - L'étaiement structurel renforcé, dit à pied d'œuvre, qui peut se réaliser suivant différentes méthodes. 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.

    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.

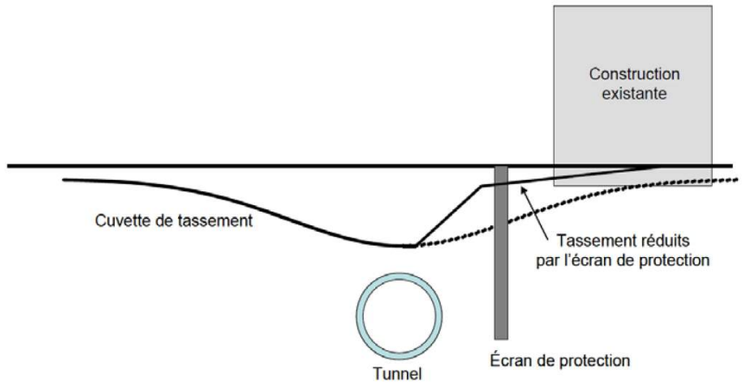


Schéma de fonctionnement d'un écran de protection (source : études préliminaires approfondies de la Société du Grand Paris)

  - Le confortement des terrains. Cette méthode répond à des objectifs spécifiques qui peuvent varier suivant les nécessités du chantier et dont les principaux sont :

    - Rendre homogène du point de vue géotechnique un ensemble de couches ;
    - Améliorer les caractéristiques géo-mécaniques de 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 de l'excavation.

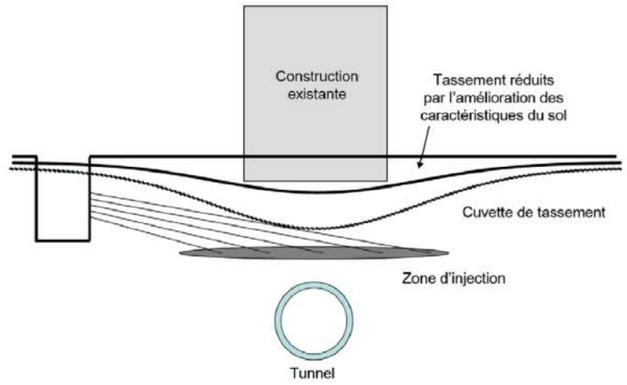


Schéma de confortement du terrain par injection (source : études préliminaires approfondies de la Société du Grand Paris)

D'autres méthodes plus particulières peuvent également être mises en œuvre. Il s'agit de systèmes complexes nécessitant souvent des travaux lourds qui permettent, lorsqu'ils sont bien conçus, de limiter fortement l'impact des tassements. Leur mise en œuvre peut être contraignante pour le projet et doit être étudiée de façon détaillée. Ces dispositifs sont souvent mis en œuvre lorsque les méthodes « classiques » de confortement, évoquées précédemment, ne sont pas applicables ou insuffisantes. Les principales méthodes possibles sont les suivantes :

- L'injection de compensation
- L'équipement du bâti par un système de vérins
- Le tablier auxiliaire

Au niveau de la Ligne 15 Ouest, le dévoiement ou le confortement des réseaux pourra concerner les réseaux identifiés au sein de la mesure précédente.

Le confortement d'ouvrages concernera également les infrastructures de transport et les bâtis déjà identifiés au stade des études préliminaires approfondies et mentionnés précédemment dans ce volet.

- **Études géotechniques approfondies et sondages pour les passages à proximité de fondations profondes ou d'ouvrages** : Le processus normalisé des études géotechniques (norme NF P 94 500) n'a pas été totalement déroulé pour la phase de conception. La mission G1 de reconnaissance générale et de caractérisation géotechnique des strates géologiques a été réalisée en 2012/2013.

  Les missions géotechniques G2 en phase conception seront entreprises.

  Ces études géotechniques avancées, qui seront nécessairement réalisées dans les phases d'étude avant travaux auront pour objectif principal de déterminer les mesures à mettre en œuvre dès le processus de construction en phase chantier pour réduire les impacts potentiels.

  Ces études seront particulièrement nécessaires au niveau des bâtiments et infrastructures de transport identifiés dans la mesure précédente.

- **Études complémentaires des ouvrages souterrains et de leur comportement vis-à-vis des travaux projeté**s : Les études de conception d'AVP 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.

- Études complémentaires sur la vulnérabilité des bâtis : Dès le stade des études préliminaires, les principaux bâtis sensibles susceptibles d'interagir avec le projet ont été recensés de façon à ce qu'ils soient bien intégrés dans la conception des ouvrages projetés. Il a été notamment identifié des immeubles de grande hauteur, des bâtiments dans des zones de vides anthropiques[11] ou naturels qui peuvent être construits sur des fondations profondes ou des bâtiments associés à des infrastructures souterraines (par exemple parkings sur plusieurs niveaux de sous-sols). Ce recensement s'est fait à partir de visites de terrain et de l'étude des plans de réalisation disponibles.

  Ces études préliminaires seront complétées en phase de maîtrise d'œuvre par une enquête de « *vulnérabilité des bâtis* » qui précisera les caractéristiques intrinsèques de chaque bâti sensible et permettra d'en déduire leur vulnérabilité aux déplacements et corrélativement les dispositifs de réalisation à déployer.

  La Société du Grand Paris mènera ces études complémentaires sur la vulnérabilité du bâti en phase d'étude Post-DUP.

<u>Mesures de compensation</u>

- **Indemnisation liées aux travaux nécessaires et/ou au relogement** : La seule mesure de compensation envisageable est l'indemnisation des effets résiduels non acceptables, soit sous forme financière directement, soit sous forme de relogement (habitation, locaux divers, remplacement de réseau), soit par le paiement de travaux permettant une réparation définitive.

<u>Mesures de suivi</u>

- **Suivi des mouvement 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 de la Ligne 15 Ouest, le suivi des auscultations suivant 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

[11] Dont la formation résulte essentiellement de l'intervention de l'homme.

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, sur les 21 km de tracé 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, soit environ cent quarante zones, 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, soit environ quarante zones, dont 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 dernière mesure permettra d'éviter les interactions non voulues (car déviation du tracé initial) entre le projet et les réseaux, infrastructures et fondations non identifiées au stade de la présente étude d'impact.

3.7.2 Synthèse des impacts et mesures concernant l'occupation du sous-sol

Secteurs concernés	***Réseau concerné***	***Niveau d'enjeu identifié par section dans l'état initial***	***Ouvrage identifié et sensibilité avec le projet***	***Mesures***
Section Pont de Sèvres – Nanterre la Boule	GRT Gaz	Présence d'une canalisation traversant le fuseau d'étude sur Saint-Cloud	OA 243 : Superposition avec la conduite GRT Gaz	**PHASE CHANTIER** **Mesures d'évitement et de réduction** Mise en place de parois moulées pour la réalisation des gares (hors gare de La Défense) et de ouvrages annexes Utilisation d'un tunnelier Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions Ajustement du profil en long de l'infrastructure Travaux de dévoiement ou de confortement des ouvrages en place pour limiter les incidences en cas de déstabilisation des sols Etudes géotechniques approfondies et sondages pour les passages à proximité de fondations profondes ou d'ouvrages Etudes complémentaires des ouvrages souterrains et de leur comportement vis-à-vis des travaux projetés Études complémentaires sur la vulnérabilité des bâtis **Mesures de compensation** Indemnisation liées aux travaux nécessaires et/ou au relogement **Mesures de suivi**
	TRAPIL, CPCU, ENERTHERM	Pas d'enjeu sur la section	Tunnel et ouvrages non concernés	
	Eau potable	Aqueduc de l'Avre sur Saint-Cloud	Tunnel : Distance importante avec l'aqueduc de l'Avre	
	RTE	Liaison traversant le fuseau d'étude sur Saint-Cloud et Suresnes	Tunnel : Distance importante avec le réseau RTE	
			OA 243 : Distance importante avec le réseau RTE	
	Eau usée	Réseau identifié sur l'intégralité de la section	Tunnel : Distance faible avec l'émissaire SAR OA 243 : Proximité avec le même émissaire	
			Tunnel : Proximité le regard de la chambre d'interconnexion (SAR–SAN)	
			OA 241 et OA 242 : Proximité de l'émissaire SAR	
			Rueil-Suresnes « Mont Valérien » et OA 244 : Proximité de l'émissaire SAN	
	Infrastructures de transport	Tunnels de l'A13, l'A14, le RER A les Transiliens L et U traversant le fuseau d'étude sur Saint-Cloud et Nanterre	Tunnel : Distance moyenne avec l'A13 au niveau du parc de Saint-Cloud	
			Tunnel : Sous le RER A au niveau de la gare de Nanterre La Folie avec faible couverture du sol entre le tunnel et l'ouvrage Difficultés géotechniques liées au creusement en front mixte	
			Tunnel : Sous les Transilien L et U, couverture du sol importante	
			Tunnel : Sous l'A14, couverture du sol importante	

	Bâti	Faible densité de bâti haut sur Sèvres et sur Suresnes et le Sud de Nanterre	Tunnel : Distance moyenne avec l'immeuble Lafarge à Saint Cloud, Tunnel : Passage sous un certain nombre de bâtiments, avec une couverture au sol importante	Suivi des mouvements de terrain
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	GRT Gaz	Canalisation à Courbevoie et à Nanterre	Tunnel : Distance faible avec la canalisation	**PHASE CHANTIER** **Mesures d'évitement et de réduction** Mise en place de parois moulées pour la réalisation des gares (hors gare de La Défense) et de ouvrages annexes Utilisation d'un tunnelier Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions Ajustement du profil en long de l'infrastructure Travaux de dévoiement ou de confortement des ouvrages en place pour limiter les incidences en cas de déstabilisation des sols Etudes géotechniques approfondies et sondages pour les passages à proximité de fondations profondes ou d'ouvrages Etudes complémentaires des ouvrages souterrains et de leur comportement vis-à-vis des travaux projetés Études complémentaires sur la vulnérabilité des bâtis **Mesures de compensation** Indemnisation liées aux travaux nécessaires et/ou au relogement **Mesures de suivi** Suivi des mouvements de terrain Suivi des chantiers par des maîtres d'œuvre spécialisés
	TRAPIL, CPCU, Eau potable	Pas d'enjeu sur la section	Tunnel et ouvrages non concernés	
	ENERTHERM	Présence de canalisation traversant le fuseau d'étude sur Nanterre	Tunnel : Interaction directe de l'arrière gare de Nanterre La Folie ; étude de	
	RTE	Liaison traversant le fuseau d'étude à Nanterre, Puteaux et Courbevoie	Tunnel : Distance importante avec le réseau	
			Gare de La Défense : Proximité du réseau (5m environ), OA 282 : Proximité du réseau (environ 5m)	
	Eau usée	Canalisation traversant le fuseau au Sud de la gare Bécon-les-Bruyères	Tunnel : Passage proche du collecteur CAB, couverture du sol faible (4m)	
	Infrastructures de transport	Présence d'infrastructures sur l'ensemble de la section	Tunnel : Sous le projet EOLE entre Nanterre la Folie et La Défense et aux abords de l'OA 281 (puits Gambetta EOLE)	
			Tunnel : Sous le RER A entre l'OA 271 et la gare de La Défense, contexte géologique favorable même si creusement en front mixte	
			Tunnel : Sous le RER A (9m) entre la gare de La Défense et l'OA 281, configuration de taille en front mixte, contexte géologique assez favorable	
			Tunnel : Sous la RN13 au niveau de La Défense, forte couverture du sol	
			Tunnel : Sous la ligne 1 du métro, dans le secteur de la gare de La Défense, couverture du sol supérieure à 20m	
			Tunnel : Sous la RN 192, à l'est de la gare de La Défense, couverture du sol supérieure à 20m	
	Bâti	Grande densité de bâtis de hauteurs importantes et de fondations	Tunnel : sous de nombreux bâtiments de grande hauteur	

		profondes, en particulier dans le secteur de la Défense, Puteaux et le Nord de Nanterre	Passage du tunnel sous la « gare fantôme » (réservation RATP), le centre commercial Les Quatre Temps et les parkings souterrains accolés, proximité du tunnel avec ces infrastructures et les fondations des ouvrages	
			Tunnel sous l'ouvrage SNCF, proximité avec les fondations	
			Tunnel sous le centre commercial Les Quatre Temps et les parkings souterrains associés, forte proximité avec les fondations	
			Tunnel sous l'usine de ventilation V.3, proximité avec les fondations	
			Tunnel : sous Immeuble d'habitation Place Charras à Courbevoie, couverture faible	
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	GRT Gaz	Présence d'un réseau traversant le fuseau d'étude sur la zone des Caboeufs	Interception du tunnel au niveau de l'avenue Laurent Cély à Gennevilliers avec une couverture de 8m environ Présence de la canalisation GRT Gaz	**PHASE CHANTIER** **Mesures d'évitement et de réduction** Mise en place de parois moulées pour la réalisation des gares (hors gare de La Défense) et de ouvrages annexes Utilisation d'un tunnelier Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions Ajustement du profil en long de l'infrastructure Travaux de dévoiement ou de confortement des ouvrages en place pour limiter les incidences en cas de déstabilisation des sols Etudes géotechniques approfondies et sondages pour les passages à proximité de fondations profondes ou d'ouvrages Etudes complémentaires des ouvrages souterrains et de leur comportement vis-à-vis des travaux projetés
	TRAPIL	Présence d'une canalisation traversant le fuseau d'étude sur Gennevilliers et Saint-Ouen	Croisement du tunnel entre la gare des Grésillons et l'OA 322, proximité de la canalisation	
	CPCU	Canalisation CPCU traversant le fuseau d'étude sur L'Ile-Saint-Denis	Interception à deux reprises du tunnel, mais importante couverture du sol. Pas de proximité avec les OA	
	ENERTHERM, Eau potable	Pas d'enjeu sur la section	Tunnel et ouvrages non concernés	
	RTE	Présence de liaisons sur Bois-Colombes, Asnières et Gennevilliers	Tunnel : distance importante avec le réseau	
			Gare des Agnettes : Proximité immédiate avec le réseau Gare Bois-Colombes : Proximité immédiate avec le réseau OA 311 : distance de 5 m avec le réseau	
	Eau usée	Présence de canalisations traversant le fuseau d'étude à Asnières et à Saint-Ouen	Tunnel : Interception du collecteur CLB, couverture du sol faible (4m)	
			OA 301 : Proximité de l'émissaire Général EGN de l'OA 301	

	Infrastructure de transport	Présence du métro Ligne 13 traversant le fuseau en limite communale de Gennevilliers et sur Saint-Ouen	Tunnel : Sous le métro ligne 13 au niveau de la sortie est de la gare des Agnettes, couverture du sol faible	Études complémentaires sur la vulnérabilité des bâtis **Mesures de compensation** Indemnisation liées aux travaux nécessaires et/ou au relogement **Mesures de suivi** Suivi des mouvements de terrain Suivi des chantiers par des maîtres d'œuvre spécialisés
		Pas d'enjeu sur le reste de la section	Tunnel : sous le Transilien L. Gare Bécon-les-Bruyères : Proximité du Transilien L	
			Tunnel : sous le Transilien L au sud-ouest de la gare de Bois-Colombes, couverture du sol importante (environ 20m)	
			Tunnel : sous la RN 315, proximité avec l'OA 312, couverture du sol importante (environ 15m)	
			Tunnel : sous le RER C au niveau de la gare des Grésillons, couverture du sol d'environ 17m	
	Bâti	Bâtiments Ponctuels aux fondations potentiellement profondes sur le Sud d'Asnières et L'Ile-Saint-Denis	Passage du tunnel sous un certain nombre de bâtiment sensibles, couverture du sol supérieur à 10m	
		Faible densité de bâti haut sur le reste de la section		

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.7.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement en réponse à l'occupation du sous-sol

Coûts des mesures – Phase chantier

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Mise en place de parois moulées pour la réalisation des gares (hors gare de La Défense) et de ouvrages annexes	Intégré au coût du chantier
Utilisation d'un tunnelier	Intégré au coût du chantier
Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions	Intégré au coût intégré des études de conception
Ajustement du profil en long de l'infrastructure	Intégré au coût intégré des études de conception
Travaux de dévoiement ou de confortement des ouvrages en place pour limiter les incidences en cas de déstabilisation des sols	Intégré au coût du chantier
Etudes géotechniques approfondies et sondages pour les passages à proximité de fondations profondes ou d'ouvrages	A définir dans les phases d'études post-DUP
Etudes complémentaires des ouvrages souterrains et de leur comportement vis-à-vis des travaux projetés	A définir dans les phases d'études post-DUP
Études complémentaires sur la vulnérabilité des bâtis	A définir dans les phases d'études post-DUP
Suivi des mouvements de terrain	A définir dans les phases d'études post-DUP
Suivi des chantiers par des maîtres d'œuvre spécialisés	Intégré au coût du chantier
Indemnisation liées aux travaux nécessaires et/ou au relogement	Non défini

3.8 Gestion des déblais et des pollutions

3.8.1 Impacts et mesures concernant l'évacuation des déblais

3.8.1.1 Les volumes de déblais à gérer

Les volumes de déblais produits dans le cadre de la réalisation de la Ligne 15 Ouest (ligne rouge) sont estimés à environ **5,5 millions de tonnes de déblais**.

Les principales sources de production de déblais sont **le creusement du tunnel par les tunneliers** et **la réalisation des gares de la ligne** qui représentent respectivement près de 50 % et 38 % du volume total. Le reste des déblais provient, de **la réalisation de l'ouvrage de l'arrière gare de la gare Nanterre La Folie** et des **20 ouvrages annexes** nécessaires à l'exploitation de la ligne de métro. Au total le tronçon Pont de Sèvres-Saint Denis Pleyel comptera 22 ouvrages annexes en incluant les ouvrages OA 231 et OA 330 respectivement situés aux points de jonction de la Ligne 15 Ouest et Ligne 15 Sud, d'une part, et de la Ligne 15 Ouest et Ligne 15 Est d'autre part.

En phase travaux, la gestion des déblais liés à la réalisation du projet risque de perturber le fonctionnement urbain du territoire (conditions de circulations et déplacements) et d'avoir un impact sur le cadre de vie des riverains aux abords des chantiers et des itinéraires d'accès depuis ces bases chantiers.

Dans ce cadre, la Société du Grand Paris a souhaité anticiper les mesures destinées à limiter ces nuisances potentielles et à en réduire la durée avant même la passation des marchés de maîtrise d'œuvre et le choix des entreprises de travaux.

3.8.1.2 Schéma Directeur d'Évacuation des Déblais (SDED)

Dès le lancement du programme du Grand Paris Express, le maître d'ouvrage s'est engagé 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 du GPE et pour la ligne 15 Ouest (ligne rouge), objet de la présente étude d'impact, sont traduites dans un document spécifique, **le Schéma directeur d'évacuation des déblais (SDED). Ce document est joint en annexe de la présente étude d'impact (pièce G.4.1).**

Rôle du Schéma Directeur d'Évacuation des Déblais (SDED) :

Le SDED est un document de cadrage qui fixe les grands principes de gestion des déblais issus de la construction du Grand Paris Express. Ces principes seront déclinés dans les études de projet par la maîtrise d'œuvre pour une traduction et l'intégration de clauses spécifiques dans les marchés publics de travaux pour la réalisation des chantiers.

Ce schéma traduit les engagements du Maître d'ouvrage, définit les orientations stratégiques en matière de gestion des déblais poursuivis à l'échelle globale du Grand Paris express et leur mise en œuvre à l'échelle de la ligne 15 Ouest (ligne rouge).

La stratégie de gestion s'articule autour de cinq orientations principales :

1. **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) ;

2. **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 ;

3. **Assurer une gestion rationnelle et économe des déblais** en limitant le stockage définitif, en recherchant toutes les voies de valorisation et en traitant spécifiquement et le plus tôt possible les terres polluées ;

4. **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 ;

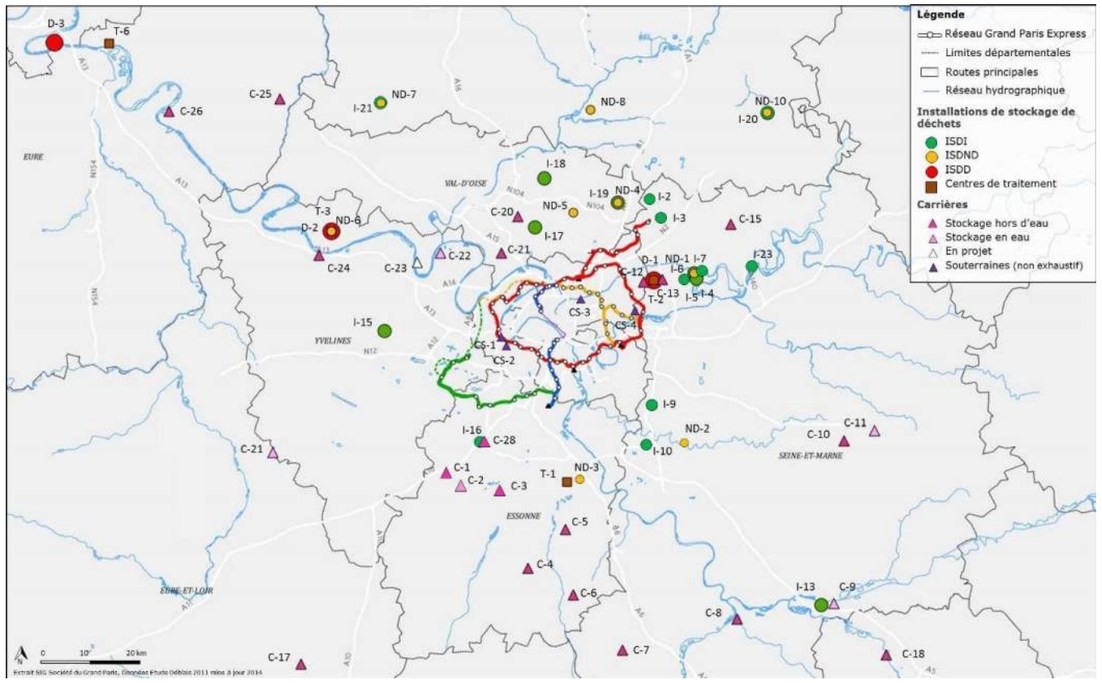
5. **Organiser le suivi opérationnel des chantiers** en adaptant si besoin le Schéma directeur sur la durée des chantiers et en l'inscrivant dans une démarche « qualité-évaluation ».

Ces orientations se traduisent dans la conduite opérationnelle des chantiers par un ensemble d'actions :

- **Développer le transport fluvial ;**
- **Encourager le transport ferroviaire ;**
- **Réduire les distances de transport ;**
- **Limiter l'utilisation des voiries communales ;**
- **Limiter le stockage définitif des terres ;**
- **Traiter les terres polluées.**

Pour chaque point d'extraction de déblais, un dispositif d'évacuation a été mis en place pour le chargement et le transport des matériaux extraits. Les modes de transports sont identifiés (fleuve, rail ou route) ainsi que les itinéraires privilégiés pour rejoindre les sites d'accueil potentiel en fonction de la nature et des volumes de déblais.

La carte suivante représente l'ensemble des installations de stockage, carrières et centres de traitement susceptibles d'accueillir les déblais des chantiers du Grand Paris Express.



Cartographie des installations de valorisation, stockage et traitement (hors projet d'aménagement)

Au stade d'avancement du projet et sur la base des hypothèses prises en compte, la majorité des déblais, à hauteur d'environ 89% du volume total présumé, sont considérés comme inertes. Ils seront ainsi évacuer en priorité vers une filière de valorisation :

- Réemploi et recyclage pour les chantiers du Grand Paris Express ;
- Réutilisation et recyclage pour les projets d'aménagement des territoires et autres chantiers;
- Recyclage dans les filières du BTP ;
- Comblement de carrières.

Pour compléter les informations et évaluer les besoins dans les projets d'aménagement, la Société du Grand Paris a lancé au dernier trimestre 2014, une enquête conjointe avec l'Association des maires d'Ile-de-France (AMIF) afin d'identifier les besoins en remblais des communes sur les années à venir correspondant au planning des chantiers.

Lorsqu'aucun de ces principes de valorisation ne pourra être mis en œuvre, les terres seront éliminées en installation de stockage de déchets et de traitement selon le degré de pollution des terres :

- ISDI : Installation de stockage de déchets inertes
- ISDND : Installation de stockage de déchets non dangereux non inertes
- ISDD : Installation de stockage de déchets dangereux
- Centre de traitement

Le choix des filières de gestion dépend de la méthode constructive employée et des caractéristiques physiques et chimiques des déblais. En effet, la méthode de creusement au tunnelier modifie les paramètres physiques de la terre en place et entraine un mélange des horizons géologiques. Leur nature sera précisée par les campagnes de sondages géotechniques et de diagnostic des sols en phase d'avant-projet.

Il n'existe pas une solution d'évacuation spécifique qui permettrait de répondre aux différents enjeux liés aux volumes de déblais à évacuer, à la nature et aux cadences des chantiers. Les itinéraires d'évacuation seront différents selon la nature des déblais et le mode d'évacuation retenu. Le maître d'ouvrage propose une solution basée sur l'association et la complémentarité des différentes filières qui existent avec la logistique transport.

La Société du Grand Paris a engagé une nouvelle étude pour l'identification des sites sur un périmètre plus large afin de compléter les informations dont elle dispose, d'affiner et de vérifier la faisabilité des circuits logistiques.

3.8.1.3 La gestion au niveau de la ligne 15 Ouest

Une notice de gestion des déblais sur le tronçon de la ligne 15 Ouest « Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel » a été établi par le Maître d'œuvre en mai 2014 pour le compte de la Société du Grand Paris.

L'objet de cette note étant d'évaluer quantitativement et qualitativement les volumes de déblais générés par les travaux sur la ligne 15 Ouest et d'étudier la gestion des flux de déblais et les différents modes de transports possibles.

Les principaux éléments de cette étude sont synthétisés ci-après.

Évacuation par la voie fluviale

Le tronçon Pont de Sèvres-Saint-Denis Pleyel s'inscrit dans les boucles de la Seine de Boulogne-Billancourt à l'extrémité Sud-Est du projet, de Gennevilliers au Nord et de la boucle de Croissy à l'Ouest. Il existe plusieurs possibilités d'utiliser la voie fluviale avec la présence à moins de 10 km de plusieurs ports urbains ou de grande plate-forme multimodale telle que Gennevilliers située au Nord du projet. Leur accès doit cependant être réalisé par voie routière. Aussi, la localisation des ouvrages de la ligne ne permet pas d'exclure totalement l'utilisation de la route.

Le projet intercepte la Seine à plusieurs reprises. La Société du Grand Paris prévoit la création de deux plates-formes fluviales pour permettre un approvisionnement et une évacuation directe des déblais depuis les bases chantiers de départ des tunneliers positionnées en bords de Seine.

De manière générale pour chaque ouvrage gare du projet de ligne, deux grandes hypothèses d'évacuation sont étudiées :

- Une évacuation depuis l'un des ports sur la Seine géré par Ports de Paris après un pré-acheminement obligatoire par la route depuis les bases chantiers.

  La faisabilité technique et logistique sera étudiée ultérieurement avec l'expertise de Port Autonome de Paris dans le cadre de la convention signée entre cette institution et la Société du Grand Paris le 19 décembre 2013 pour favoriser le report et l'utilisation de la voie d'eau.

- Une évacuation par la route si le recours au mode alternatif n'est pas envisageable compte tenu de l'indisponibilité des ports et des distances à parcourir depuis les bases chantiers.

Pour l'évacuation des déblais des tunneliers, la Société du Grand Paris recherche l'utilisation maximum des plates-formes en projet « mouillées » à ces sites de départ.

À l'échelle de la ligne 15 Ouest, il existe plusieurs points d'accès au fleuve pour assurer le transport fluvial :

- Le site de l'Ile de Monsieur concerné par un puits de départ tunnelier (repris de la ligne 15 Sud), et pouvant être équipé par des installations portuaires légères (grue de chargement, Duc-d'Albe existants, quai de chargement),

- Le site des Caboeufs concerné par un puits de départ tunnelier, et pouvant être équipé par des installations portuaires légères (grue de chargement, Duc-d'Albe existants, quai de chargement),

- Les ports existants situés au niveau de la commune de Nanterre et de Gennevilliers. Les zones de chantier de la ligne 15 Ouest ne sont pas situées à proximité immédiate de ces ports, ce qui nécessite un pré-acheminement des matériaux. Cette solution peut être envisageable.

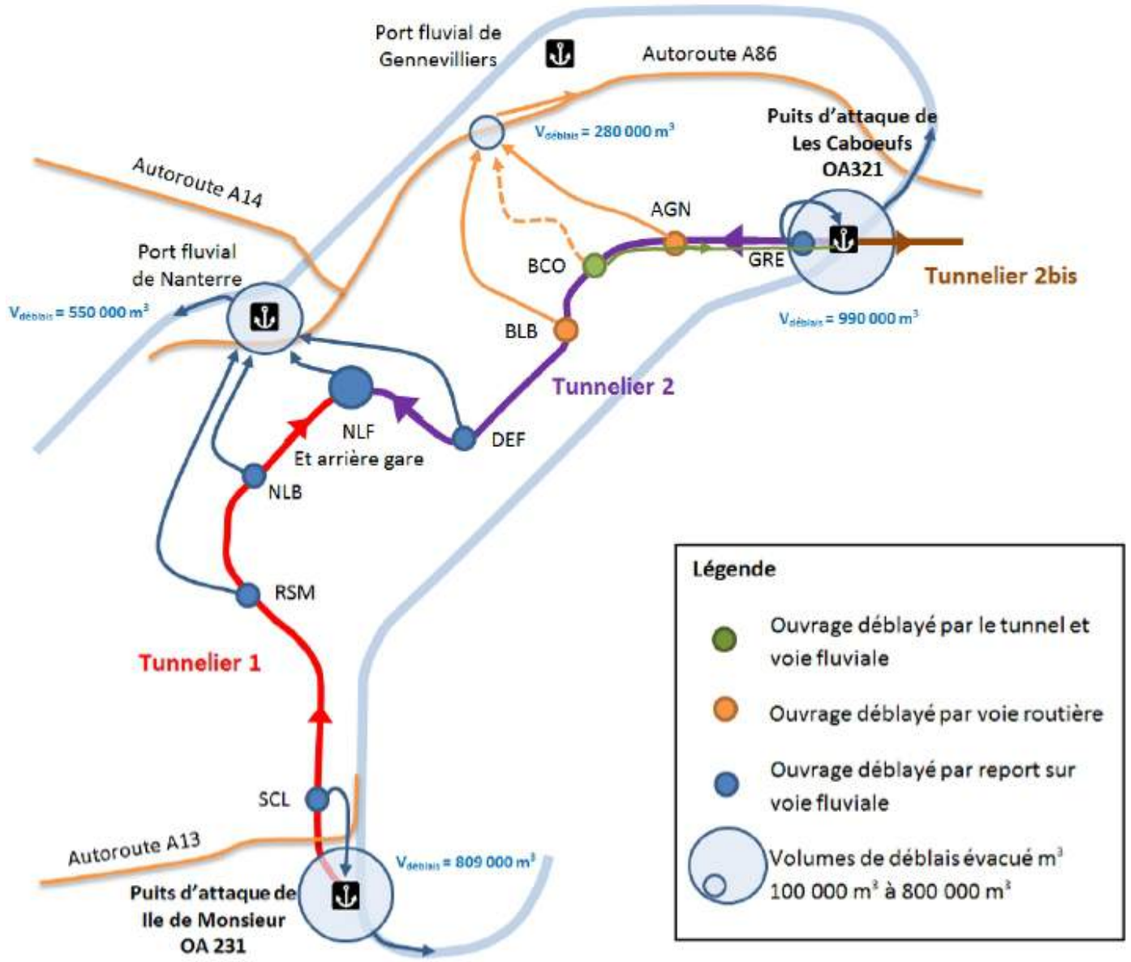


Schéma d'évacuation des déblais (Source : Société du Grand Paris)

Site de l'Ile Monsieur

La plate-forme de l'Ile-de-Monsieur permettrait d'évacuer par voie fluviale les déblais du creusement du tunnel entre Pont de Sèvres et Nanterre la Folie du fait du choix d'implanter le puits de départ du tunnelier à proximité. Cette plate-forme fluviale permettrait également l'évacuation par barge des déblais issus des ouvrages prévus à proximité, comme la gare de Saint-Cloud, des ouvrages annexes OA 232, 233, 241, 242,243 et 244. Cela nécessite néanmoins un pré-acheminement des matériaux de l'ouvrage concerné à l'Ile de Monsieur par camions.

Cette plate-forme sera construite dans le cadre de la ligne 15 Sud du Grand Paris Express et sera réutilisée pour la ligne 15 Ouest.

L'ensemble des déblais produits par le tunnel, les ouvrages d'art et la gare, représente un volume de **809 000 m³** de terrains en place à évacuer à partir des installations fluviales de l'Ile de Monsieur.

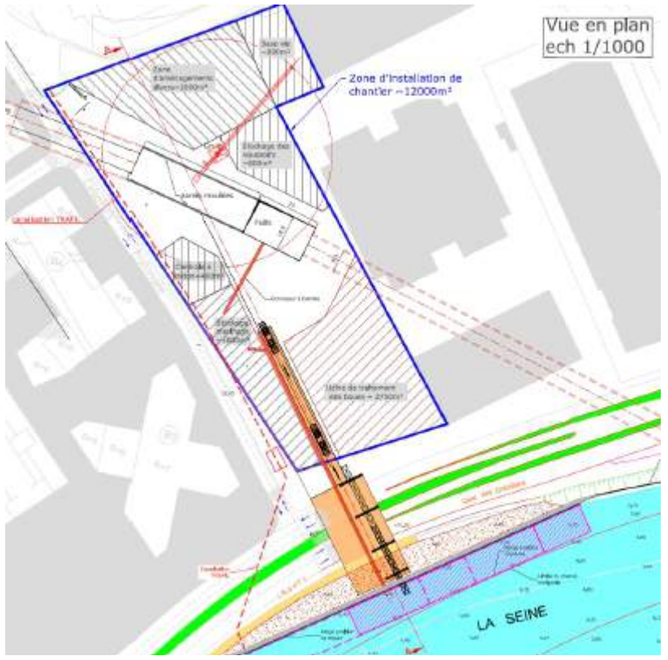
Plan de la base chantier des Caboeufs

Coupe de l'installation de l'Ile de Monsieur (pour le démarrage d'un tunnelier)

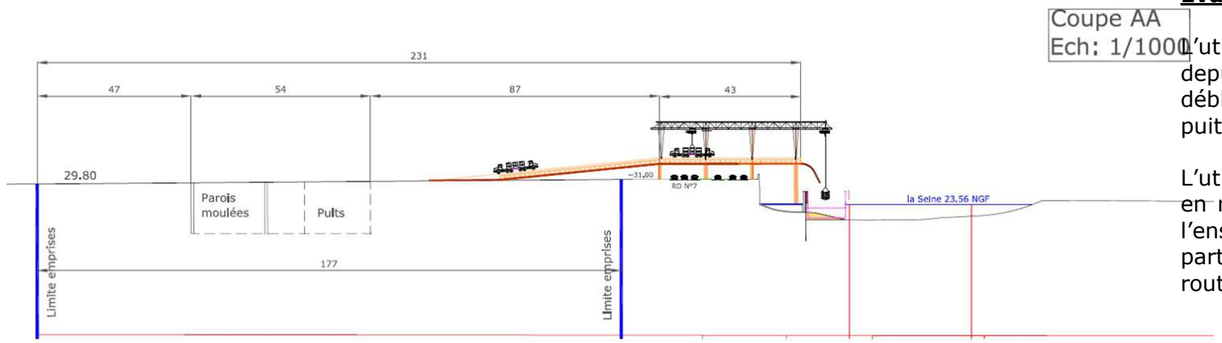
Site des Caboeufs

La plate-forme des Caboeufs permettrait d'évacuer par voie fluviale les déblais excavés du puits d'attaque des Caboeufs, de la gare des Grésillons, de la gare de Bois-Colombes (en partie) et des ouvrages OA 311 et OA 312.

L'ensemble des reports de déblais, ajouté à la réalisation des tunnels, représentent un volume de **990 000 m³** de terres en place à évacuer à partir de l'installation des Caboeufs.



Plan de la base chantier des Caboeufs



Coupe de l'installation de la plate-forme fluviale des Caboeufs (donnée à titre indicatif)

Port fluvial de Nanterre

Les déblais issus des gares de Rueil-Suresnes « Mont-Valérien », de Nanterre La Boule, de Nanterre La Folie et de la Défense et des ouvrages annexes OA 251, 252, 261, 262, 271 pourraient être évacués vers le Port de Nanterre après un pré-acheminement obligatoire par la route depuis les bases chantiers. Ces gares et ouvrages annexes étant situés à 5 km maximum du Port de Nanterre.

L'ensemble des reports de déblais, ajouté à la réalisation des tunnels, représentent un volume de **550 000 m³** de terres en place à évacuer à partir du port de Nanterre.

Évacuation par la voie ferrée

L'utilisation de la voie ferroviaire en complément d'un transport routier est également étudiée depuis la base chantier de l'arrière gare de la gare de Nanterre La Folie pour l'évacuation des déblais du tunnelier dans le cadre d'un démarrage du creusement du linéaire depuis ce site jusqu'au puits de sortie à l'Ile de Monsieur.

L'utilisation de ce mode de transport est limitée pour une période de la réalisation de cet ouvrage en raison des calendriers des projets d'aménagement dans ce secteur et sous réserve de remplir l'ensemble des conditions requises pour la mise en œuvre de ce mode de transport. De plus, une partie seulement du volume de terres pourrait être évacuée par la voie ferroviaire. Un transport routier sera dans tous les cas nécessaire.

Évacuation par la voie routière

Les trajets de camions devront privilégier en priorité les grands axes routiers compatibles avec le trafic poids lourds et tenir compte de la desserte locale des chantiers.

Ces trajets reposent sur l'utilisation du réseau magistral pour éviter la circulation des camions sur les voiries communales. Les évacuations ne sont possibles pour la majorité des ouvrages de la ligne que par l'A86 sur le réseau magistral, qui permet de rejoindre les grands axes radiaux l'A15, A14 et A 13 desservant les sites d'accueil potentiels identifiés. Au Sud du projet, l'autoroute A13 et la RN 118 sont les plus accessibles. Au Nord, l'autoroute A15 avec la RN 315 sont les plus proches des chantiers. Les itinéraires et les mesures de gestion de la circulation adoptées pour faciliter l'acheminement des poids lourds vers le réseau routier magistral francilien seront définis avec les services techniques des communes d'implantation des divers ouvrages du projet dans le cadre de la concertation déjà engagée par la Société du Grand Paris sur les territoires concernés.

Dans l'hypothèse d'une utilisation du transport routier, l'ajout des flux de poids lourds cumulés dans les flux actuels représentent moins de 0,1 % du nombre total de véhicules/jour sur les grands axes de l'A13, A14, A15 et A 86 selon les sections. Pour les sections de l'A86, pour la phase la plus impactant, ce taux pourrait atteindre 0,2 % du flux total.

La priorité est donnée à une évacuation au plus près des zones de production et en direction des installations agréées du Nord-Ouest de l'Ile–de-France dans les départements des Yvelines ou du Val d'Oise conformément au Plan régional d'élimination des chantiers (PREDEC) soumis à l'enquête publique qui s'est tenue du vendredi 26 septembre au mercredi 05 novembre 2014. À l'échelle globale de la ligne, la mise en œuvre d'une évacuation ferroviaire ou fluviale, qui a un potentiel fort, pour tout ou partie des ouvrages permettra de réduire les flux de camions cumulés sur l'axe autoroutier.

Les principes d'organisation proposés depuis chaque chantier dans le SDED seront affinés dans le cadre du processus d'enquête publique et des études ultérieures de projet avec les collectivités. Les itinéraires seront précisés par arrêté municipal fixant les prescriptions pour les entreprises exécutant les travaux.

3.8.1.4 Cas particulier des ouvrages annexes du parc de Saint-Cloud, de la gare de Bois-Colombes et de la gare de la Défense

Plusieurs zones sensibles vis-à-vis de l'évacuation des déblais ont été identifiées le long de la ligne 15 Ouest. Les particularités de ces zones et les modes d'évacuation spécifiques proposés sont présentés ci-dessous.

Ouvrages annexes OA 232 et 233

L'ouvrage OA 232 est situé au cœur du parc de St-Cloud, son accès est donc très difficile. L'ouvrage OA 233 est situé en bordure du parc mais son accès nécessite de traverser le parc, il est donc également très difficile. Afin de s'affranchir de ces problèmes d'accès pour l'évacuation des déblais, il serait possible d'évacuer les volumes importants de déblais par bande-transporteuse à travers le parc jusqu'à la base chantier de l'Ile de Monsieur. Une concertation avec les autorités du parc de Saint-Cloud sera nécessaire afin de sélectionner le mode de transport des déblais à travers le parc (camion ou bande transporteuse).

Afin de réduire les impacts sur le parc en phase de chantier, une seconde piste de réflexion actuellement envisagée par la Société du Grand Paris. Elle consiste à étudier la faisabilité d'une solution technique de réalisation de ces deux ouvrages en galerie (voir également la pièce D de la présente étude d'impact). Dans l'hypothèse où cette solution serait retenue, les deux ouvrages présenteraient l'avantage de se trouver en partie basse du parc, et donc d'être plus accessibles aux véhicules. Ces ouvrages seraient alors réalisés principalement en méthode conventionnelle, avec du matériel d'excavation traditionnel et ponctuel, à partir de puits construits en partie basse du parc.

Gare de La Défense

La gare de la Défense est implantée sous le centre commercial des 4 Temps. Elle sera réalisée à partir d'un espace vide existant sous le parking du centre commercial, correspondant initialement aux mesures conservatoires de la ligne 1 du métro, et agrandie par creusement en sous-œuvre.

Une rampe d'accès au parking pour les véhicules encombrants doit être créée. Une rampe destinée aux véhicules lourds sera réalisée au niveau des trémies des accès principaux.

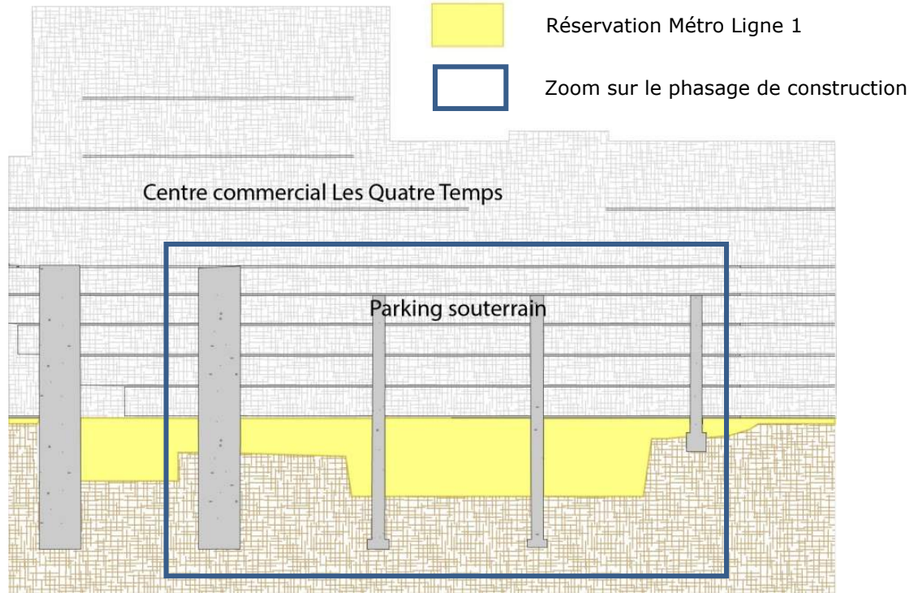


Schéma de l'état actuel du sous-sol du centre commercial des 4 Temps avec la galerie

Pour éviter une occupation trop importante du parking souterrain existant en monopolisant des rampes d'accès au parking pour le chantier, **une galerie pourrait être créée afin de relier la gare à un puits de chantier situé à côté d'une voie d'accès afin de pouvoir évacuer les déblais vers la surface pour un transport par camion jusqu'au Port de Nanterre**. La faisabilité de cette solution devra être confirmée dans le cadre des futures études de maîtrise d'œuvre.

Gare de Bois-Colombes

Contexte : La gare de Bois-Colombes est insérée dans un tissu urbain très dense. Ce tissu est composé de rues étroites et très fréquentées qui ne permettent pas le passage de nombreux camions.

Une grande partie des déblais générés par la gare Bois-Colombes seront évacués via le tunnel jusqu'au puits de sortie des Caboeufs aux Grésillons. Ce dispositif d'évacuation particulier nécessite la libération d'une partie de la portion de tunnel déjà réalisé pour permettre l'évacuation des déblais ce qui est à l'origine de contraintes de délais supplémentaires dans la réalisation du projet.

La gare de Bois-Colombes bénéficie donc d'une évacuation de la plus grande partie des déblais par le tunnel. Les étapes permettant de procéder à cette opération sont les suivantes :

- les parois moulées de la gare sont réalisées ;
- le tunnelier traverse la gare du nord vers le sud ;
- un puits provisoire est creusé dans la gare à l'intérieur des parois moulées jusqu'au tunnel ;
- les voussoirs de la section de tunnel dans la gare sont démontés ;
- la gare est terrassée et les déblais sont évacués par le tunnel vers le site des Cabœufs.

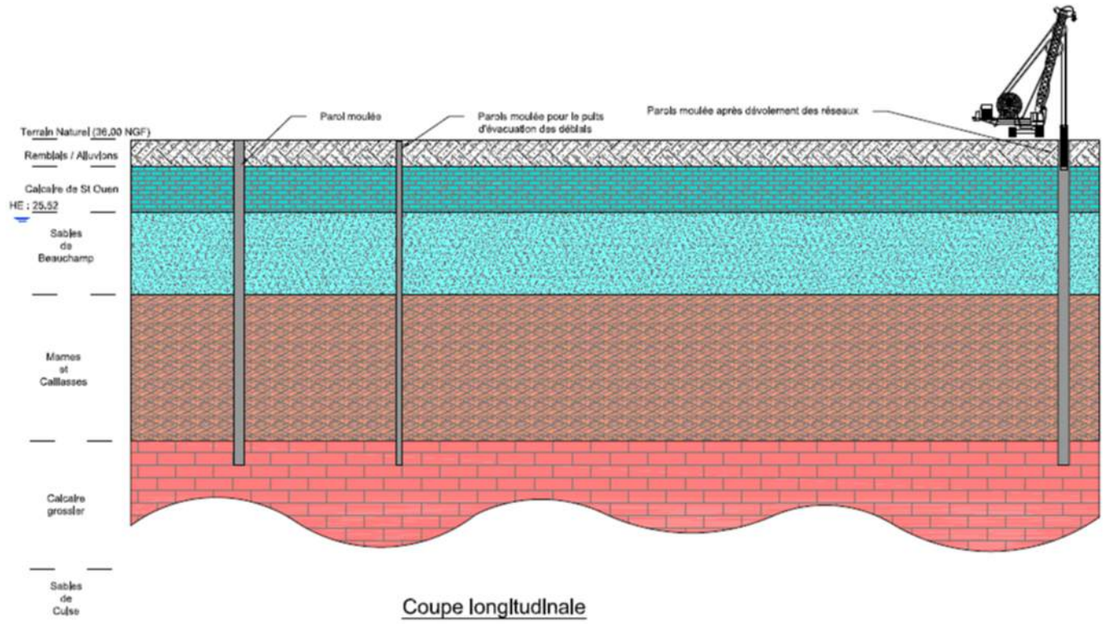
Cette méthode de construction de la gare et d'évacuation des déblais est plus complexe que celles retenues pour les autres gares du tronçon ; elle présente également des contraintes de délais supplémentaires, puisqu'elle nécessite la libération de la portion de tunnel servant à l'évacuation des déblais. En conséquence, ce principe de réalisation a été limité à la seule gare de Bois-Colombes, au vu des contraintes présentées par son contexte d'insertion.

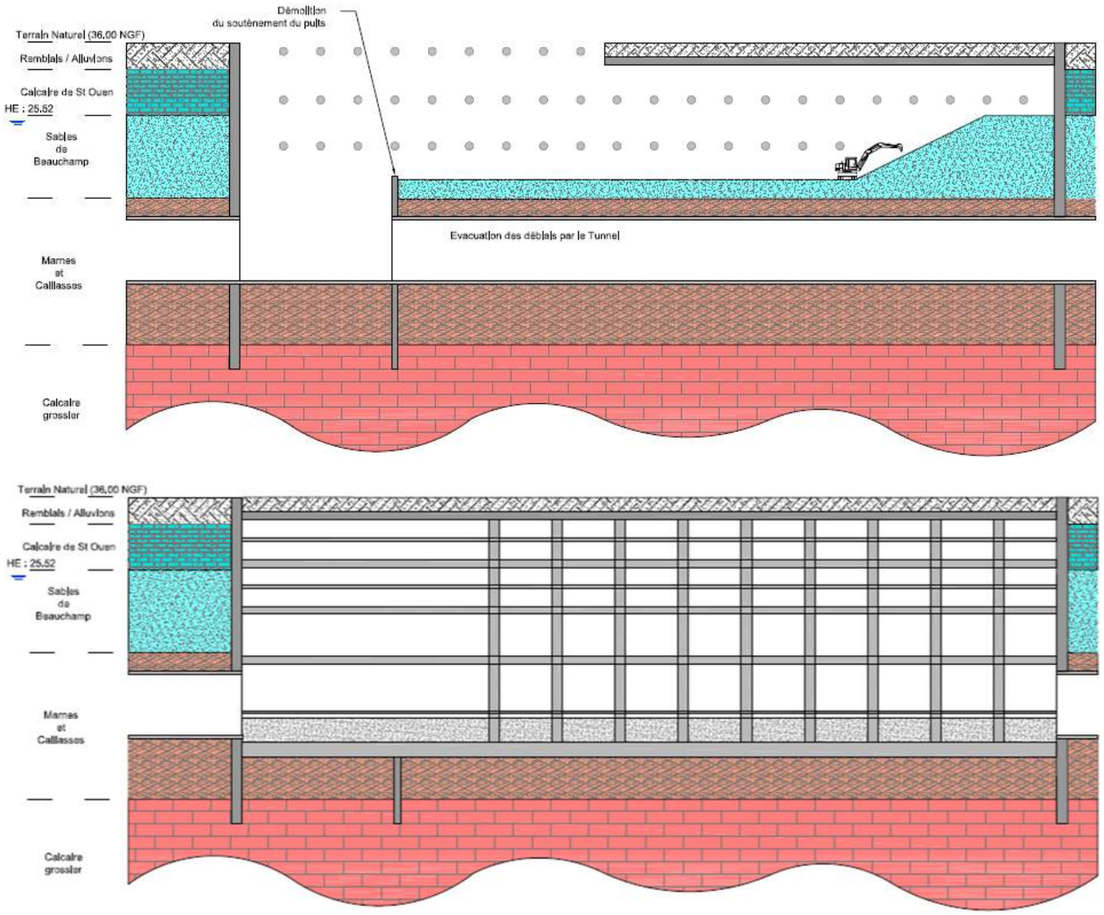
Mesures retenues pour la gestion des déblais de la ligne 15 Ouest (Ligne Rouge) :

- **Optimisation du volume des ouvrages (gares, ouvrages de sécurité, arrière gare) et recherche des possibilités de réemploi des matériaux en remblais au niveau de l'arrière gare en vue de réduire le volume de déblais à gérer.**
- **Études en cours pour une utilisation de la voie fluviale (pré-acheminement par camions néanmoins nécessaire depuis les ouvrages gares).**
- **Étude en cours sur l'opportunité d'utilisation de la voie ferrée au niveau de l'arrière gare de Nanterre La Folie.**
- **Pour la voie routière, les itinéraires seront retenus en concertation avec les collectivités concernées.**
- **Orientations pour rejoindre les sites de stockage ou valorisation le plus rapidement possible via les routes structurantes. Les voies locales seront évitées dans la mesure du possible.**

La partie nord de la gare de Bois-Colombes est par ailleurs réalisée en sous-œuvre après réalisation de la dalle de couverture anticipée sous la rue Raspail, afin de restituer partiellement les circulations du centre-ville de Bois-Colombes.

Principe de terrassement de la gare de Bois-Colombes





3.8.1.5 Mesures retenues pour diminuer l'impact des évacuations des déblais en phase chantier

Mesures de réduction et d'évitement

- **Évacuation par voie fluviale privilégiée** : La principale mesure sur la ligne 15 Ouest consiste à privilégier l'évacuation des déblais par voie fluviale grâce à la présence de trois installations portuaires ;

- **Concertation avec les collectivités concernées sur les itinéraires routiers à privilégier** :, les itinéraires routiers seront définis dans l'optique de diminuer les temps de trajet, de rejoindre le plus rapidement la voie structurante (autoroute A86), d'éviter les voies locales dans la mesure du possible et d'éviter les zones sensibles (en particulier les écoles).

3.8.1.6 Analyse des effets cumulés avec la construction des lignes du Grand Paris Express

Les horizons de mises en service des lignes ont été fixés par le Gouvernement. Ils sont échelonnés dans le temps et se traduisent concrètement par des superpositions des calendriers de travaux des lignes du Grand Paris Express.

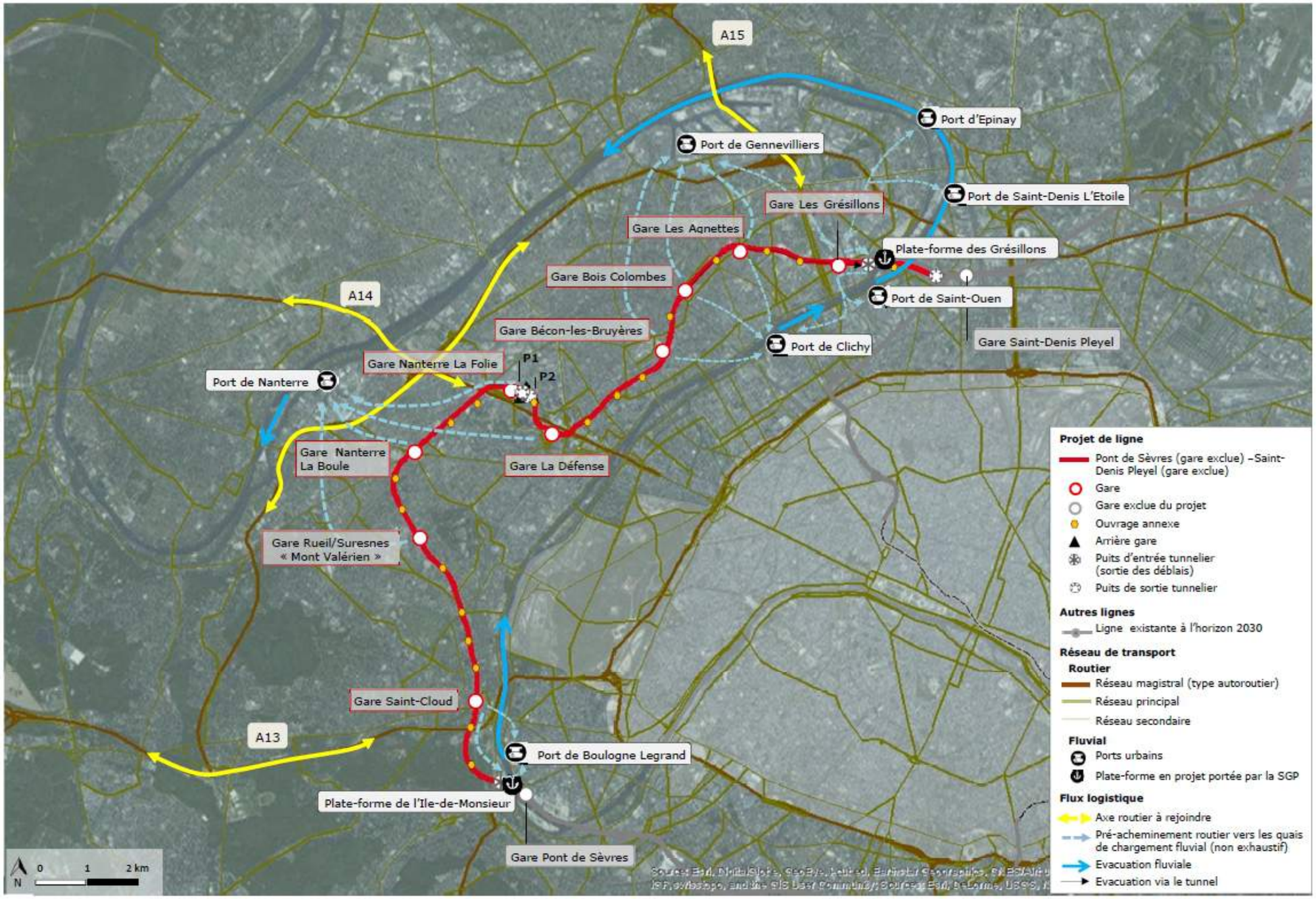
A l'échelle de la Ligne 15 Ouest (Ligne rouge), les installations identifiées accessibles par la voie d'eau pourront également être mobilisées pour les flux de transport fluvial depuis les chantiers des autres lignes du Grand Paris Express. Plusieurs ports gérés par Port Autonome de Paris ont également déjà été identifiés comme site potentiel de départ pour l'évacuation des déblais de la Ligne 15 sud ou 14 Nord/17 Sud.

Des orientations d'évacuation ont été définies pour la Ligne 15 Sud (Ligne Rouge) entre Pont de Sèvres et Noisy-Champs qui a pour objectif de mises en service l'horizon 2020.
Dans le cadre de la mise en œuvre d'un transport routier sur le tronçon Pont de Sèvres-Saint-Denis Pleyel, les itinéraires à ce stade identifiés ne se superposent pas aux flux d'évacuation des déblais de la Ligne 15 Sud (Ligne Rouge).
Les itinéraires en direction des installations du Nord de l'Ile-de-France, et notamment via l'A15, ont déjà été identifiés comme itinéraires potentiels pour l'évacuation des terres de certains chantiers de la Ligne 14 Nord/17 Sud.

Les études logistiques de la Société du Grand Paris initiées à l'été 2014 ont pour objectifs d'étudier ces impacts potentiels, et de réfléchir à une gestion des déblais sur l'ensemble du périmètre du Grand Paris Express pour les réduire.

Pour toute information approfondie sur la gestion des déblais de la ligne 15 Ouest, le lecteur est invité à prendre connaissance du Schéma Directeur d'Évacuation des Déblais (SDED) en annexe de cette étude d'impact (pièce G.4.1)

Schéma général d'évacuation des déblais de la ligne 15 Ouest (extrait du SDED Ligne 15 Ouest – Annexe G.4.1 de la présente étude d'impact)



3.8.2 Impacts et mesures liés au risque de pollution des sols en phase chantier

Comme présenté dans le rapport 1/3, la pollution des sols en région Ile-de-France est une problématique fondamentale de tout projet d'aménagement ou d'infrastructures, et d'autant plus dans le cas d'ouvrages souterrains.

L'anticipation de la gestion des déblais issus de la construction des différents ouvrages nécessite en amont du lancement des chantiers, la bonne connaissance de la pollution des terres actuellement en place. Cette connaissance s'appuie d'une part sur les données bibliographiques disponibles, il s'agit des bases BASOL, BASIAS et ADES indiqués dans l'état initial, et sur des campagnes d'investigations conduites par la Société du Grand Paris sur les sites qui seront excavés.

Lorsque l'on considère la problématique de gestion des pollutions dans le cadre de projet d'aménagement du territoire, deux aspects distincts sont concernés :

- Un **aspect financier** lié à la prise en charge particulière :
    - des sols impactés excavés. On peut distinguer ici deux types d'impacts précisés dans la pièce G.1 : une **pollution concentrée**, généralement liée à une activité passée ou actuelle du site, et une **pollution diffuse**, qui peut être liée à la mauvaise qualité chimique des remblais ou aux retombées de la pollution automobile par exemple ;
    - des eaux souterraines impactées pompées ;
- Un **aspect sanitaire** lié à l'aménagement et aux changements d'usage d'une zone polluée (c'est-à-dire présentant une pollution concentrée).

Ce chapitre porte uniquement aux enjeux sanitaires liés à la gestion des pollutions puisque les enjeux financiers se retrouvent essentiellement dans la gestion des déblais présentés dans le chapitre 4.5.1 ci-avant.

3.8.2.1 Identification des risques sanitaires liés aux polluants potentiellement présents

Notion de source-transfert-cible

Pour qu'il y ait un risque sanitaire, il faut qu'existent simultanément une source de pollution, un moyen de transfert de celle-ci et une cible (ou enjeu).

Généralement, une source de pollution peut être des sols ou un aquifère pollués, des rejets aqueux ou atmosphériques.

Le transfert d'une pollution entre la source et la cible peut se faire par écoulement gravitaire, par percolation des pluies, par ruissellement de surface, par migration suivant l'écoulement des nappes phréatiques, par dispersion du vent, par dégazage dans l'air.

Enfin, la cible (ou l'enjeu) d'une pollution sera :

- soit une population, exposée directement au contact de la pollution ou indirectement via un captage d'eau potable par exemple ;
- soit une ressource naturelle à protéger (nappe phréatique, réserve écologique,…).

Dans le cadre du projet, les enjeux identifiés sont essentiellement les travailleurs et les riverains des bases chantiers.

Ainsi, les zones a priori les plus fortement touchées vis-à-vis des risques sanitaires compte-tenu de leur implantation dans des secteurs fortement résidentiels sont les gares de Saint-Cloud, Rueil – Suresnes « Mont Valérien », Nanterre-La Boule, Bois-Colombes et les Agnettes.

Polluants suspectés vis-à-vis du projet

A ce stade du projet, la qualité chimique du sous-sol n'est pas établie. L'analyse de l'état initial présenté dans l'état initial (pièce G.1 de l'étude d'impact) permet toutefois d'identifier les polluants suspectés par zones de travaux.

Ainsi, en ce qui concerne le projet, les principaux polluants susceptibles d'être rencontrés sont :

- Les **métaux et métalloïdes** qui sont peu mobiles dans les sols et seront donc principalement localisés dans les horizons de surface. Du fait de leur faible mobilité, les métaux et métalloïdes sont généralement adsorbés sur les particules de poussières du sol dont la seule voie de transfert pertinente est la dispersion par le vent.

- Les **hydrocarbures (HCT, HAP, BTEX,…)** qui peuvent migrer en profondeur par écoulement gravitaire. Compte-tenu de leur faible densité et de leur faible solubilité, la migration de ces polluants sous forme de phase pure s'arrête au toit de la nappe souterraine, puisqu'ils flottent sur celle-ci. Ils peuvent toutefois migrer avec l'écoulement de la nappe. Les modes d'exécution des gares envisagés (mise en place de parois moulées) obstrueront l'écoulement des eaux souterraines vers la boîte gare éliminant ainsi les transferts de polluants par écoulement des eaux souterraines dans ces ouvrages.

  Ensuite, les voies de transfert possibles de ces composés varient essentiellement selon leur poids. Ainsi les composés les plus légers étant volatils tels que les BTEX et les HCT légers, ils pourraient dégazer vers l'air ambiant lors des travaux de création des infrastructures.

  D'autre part, ces composés peuvent également être adsorbés sur les particules de sol et peuvent donc également être dispersés par le vent via les poussières de sols.

- Les **solvants halogénés (COHV)**, qui, compte-tenu de leur forte densité et de leur forte solubilité, peuvent quant à eux migrer en profondeur par écoulement gravitaire, y compris à travers la nappe phréatique, et s'accumuler sur son plancher imperméable. Ils peuvent également migrer par écoulement de la nappe. Les modes d'exécution des gares envisagés (mise en place de parois moulées) obstrueront l'écoulement des eaux souterraines dans la boîte gare éliminant ainsi les transfert de polluants par écoulement des eaux souterraines dans ces ouvrages.

- Les **polychlorobiphényles (PCB),** qui, compte-tenu de leur forte densité et de leur faible solubilité peuvent migrer en profondeur dans les sols par écoulement gravitaire. Compte-tenu de leur faible solubilité et faible volatilité, ces composés sont généralement adsorbés sur les particules de poussières du sol dont la seule voie de transfert pertinente est la dispersion par le vent. L'exposition des populations et travailleurs par ingestion des sols n'est ici pas considérée comme pertinente car les emprises chantiers seront équipés d'une barrière fixe et solidaire.

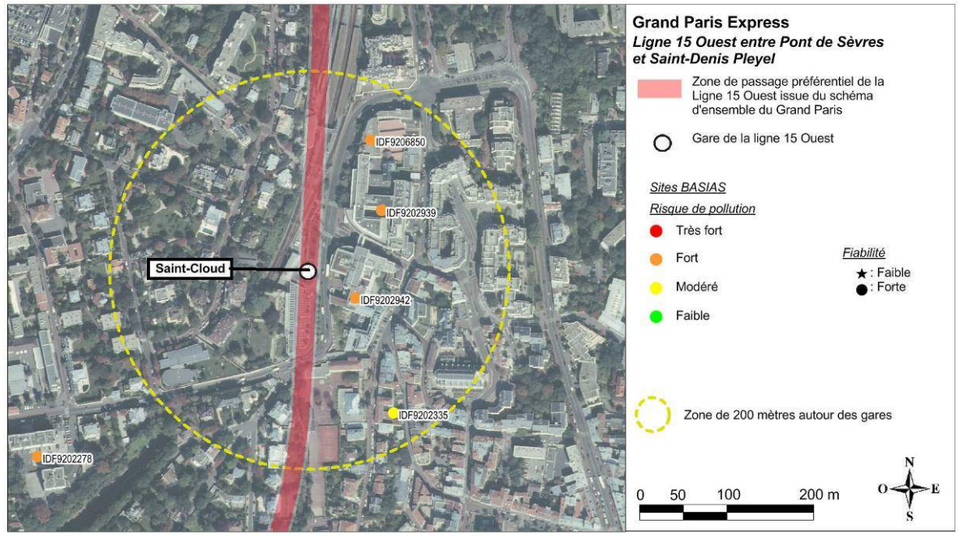
3.8.2.2 Précision du risque de pollution du milieu souterrain au niveau des gares et ouvrages annexes particuliers

Avant la réalisation de diagnostics de pollution, une première évaluation du risque de pollution du milieu souterrain au niveau des gares a été effectué par croisement entre le projet et les bases de données BASOL, BASIAS et ADES.

Ce travail s'appuie sur le recensement des sites BASIAS et BASOL dans le fuseau du tronçon de la ligne 15 et de leur classement selon le niveau d'enjeu qui avait été réalisé dans la phase 1.

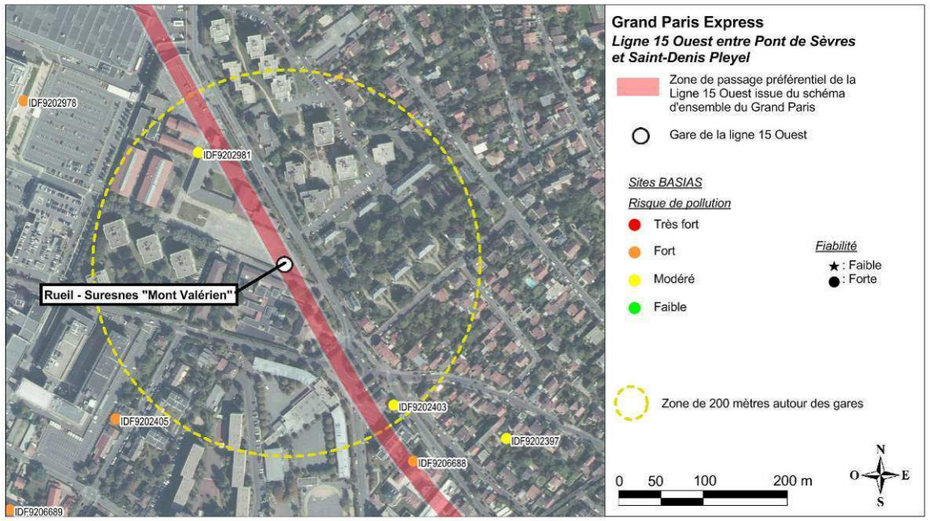
Les gares du Pont de Sèvres et de St-Denis Pleyel étant hors zone d'étude de la ligne 15 Ouest, elles n'ont pas été traitées ici.

Critères du sous-sol aux abords de la gare de St-Cloud



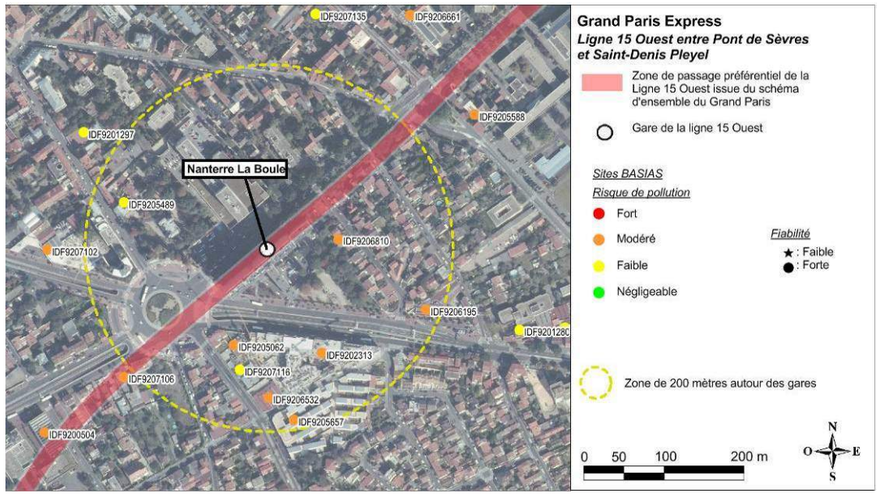
Caractéristiques de la gare	+ 85 m NGF (cote approximative du radier+ 59 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-18 m : Remblais
	18-26 m : Fausse Glaise
	26-38 m : Argiles plastiques
	38-42 m : Marnes de Meudon
	À partir de 42 m : Craie
Profondeur de la nappe	+ 67 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 200 m	3 sites BASIAS à enjeu modéré : Dépôt de liquides inflammables, utilisation et stockage de sources radioactives, fabrication, réparation et recharge de piles et d'accumulateurs électriques, fabrication, dépôt et retraitement de supports magnétiques et optiques, activités hospitalières, transformateur aux PCB, imprimerie, 1 site BASIAS à enjeu faible : Fabrication ou stockage de peinture, traitement et revêtement des métaux, fabrication d'ouvrages en métaux
Qualité de la nappe (données ADES)	Absence de données
Risque de pollution	0-18 m : présence de remblais 0-15 m : présence de 2 sites BASIAS avec potentiels réservoirs enterrés 18 m : présence d'une nappe potentiellement impactée
Polluants suspectés dans la nappe	**Risque modéré** : Présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV liée aux BASIAS avec potentiels réservoirs enterrés
Polluants suspectés dans les sols	**Risque modéré** lié à la présence de BASIAS d'enjeu modéré avec de potentiels réservoirs enterrés à proximité 0-18 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes liée aux remblais et à l'impact potentiel en nappe 0-15 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB, métaux et métalloïdes au droit des sites BASIAS

Critères du sous-sol aux abords de la gare de Rueil – Suresnes « Mont Valérien »



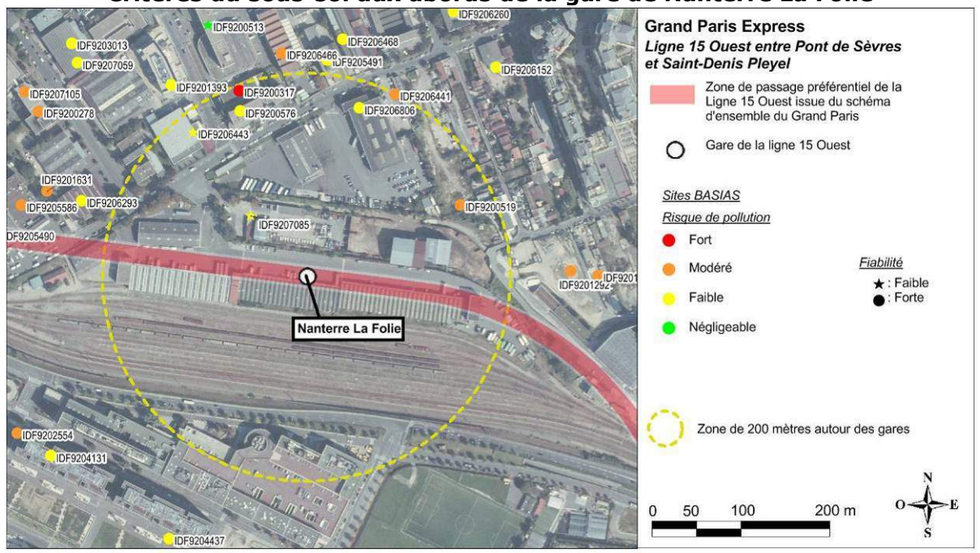
Caractéristiques de la gare	+ 94 m NGF (cote approximative du radier+ 65 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-4 m : Remblais 4-11 m : Marnes et calcaires de Saint Ouen 11-19 m : Sable de Beauchamp 19-30 m : Marnes et Caillasses 30-44 m : Calcaire Grossier 44-46 m : Sables de Cuises 46-47 m : Fausses Glaises 47-50 m : Sables d'Auteuil A partir de 50 m : Argiles Plastiques
Profondeur de la nappe	+ 84 m NGF : nappe de l'Eocène moyen + 65 m NGF : nappe des sables d'Auteuil
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 200 m	2 sites BASIAS à enjeu faible : Fabrication d'armes et munitions, forge, fabrication d'ouvrages en métaux, décolletage
Qualité de la nappe (données ADES)	Absence de données
Risque de pollution	0-4 m : présence de remblais 10 m : présence d'une nappe potentiellement impactée
Polluants suspectés dans la nappe	**Risque faible** : Présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV mais absence de sites BASIAS à proximité immédiate
Polluants suspectés dans les sols	**Risque faible** lié à la présence de BASIAS d'enjeu faible à proximité 0-4 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes liée aux remblais 10 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV liée à l'impact potentiel en nappe

Critères du sous-sol aux abords de la gare de Nanterre La Boule



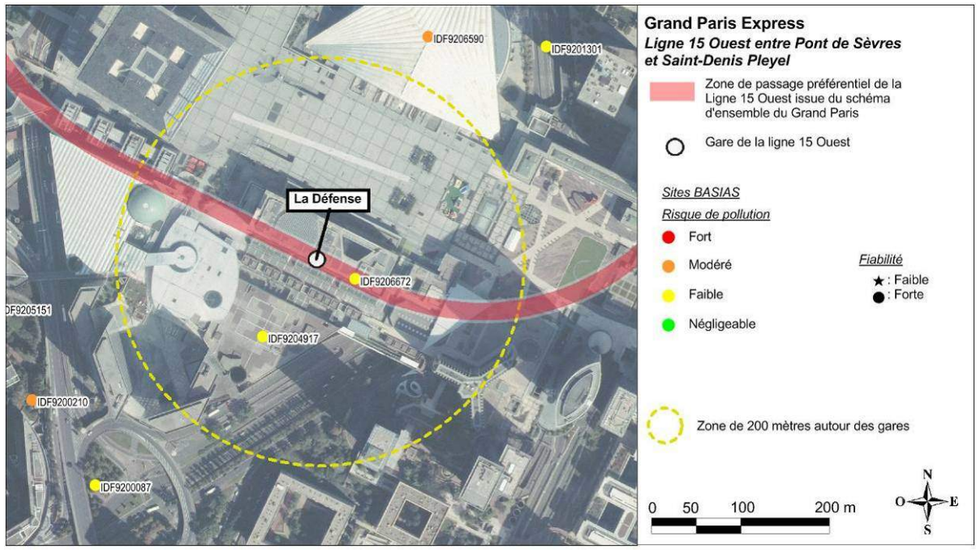
Caractéristiques de la gare	+ 42 m NGF (cote approximative du radier+ 10 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-10 m : Remblais 10-14 m : Calcaire Grossier 14-16 m : Sables de Cuises 16-23 m : Fausses Glaises 23-27 m : Argile Plastiques 27-34 m : Marnes de Meudon 34 – 42 m : Calcaire de Meudon A partir de 42 m : Craie
Profondeur de la nappe	+36 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur + 28 m NGF : nappe de la Craie
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 200 m	5 sites BASIAS à enjeu modéré : Forge, mécanique industrielle, Blanchisserie-teinturerie, Compression, réfrigération, dépôt de liquides inflammables (D.L.I.), garage, ateliers, traitement des métaux 2 site BASIAS à enjeu faible :Chaudronnerie, tonnellerie, traitement et revêtement des métaux, fabrication de plastiques
Qualité de la nappe (données ADES)	Absence d'impact selon les 6 qualitomètres ADES
Risque de pollution	0-10 m : présence de remblais 0-6 m : présence de 4 sites BASIAS 6 m : présence d'une nappe potentiellement impactée
Polluants suspectés dans la nappe	**Risque faible** lié à la présence de sites BASIAS d'enjeu modéré mais à l'absence d'impacts selon les quelques données ADES à proximité du site
Polluants suspectés dans les sols	**Risque modéré** lié à la présence de sites BASIAS d'enjeu modéré à proximité 0-10 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes liée aux remblais 0-6 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes au droit des sites BASIAS

Critères du sous-sol aux abords de la gare de Nanterre La Folie



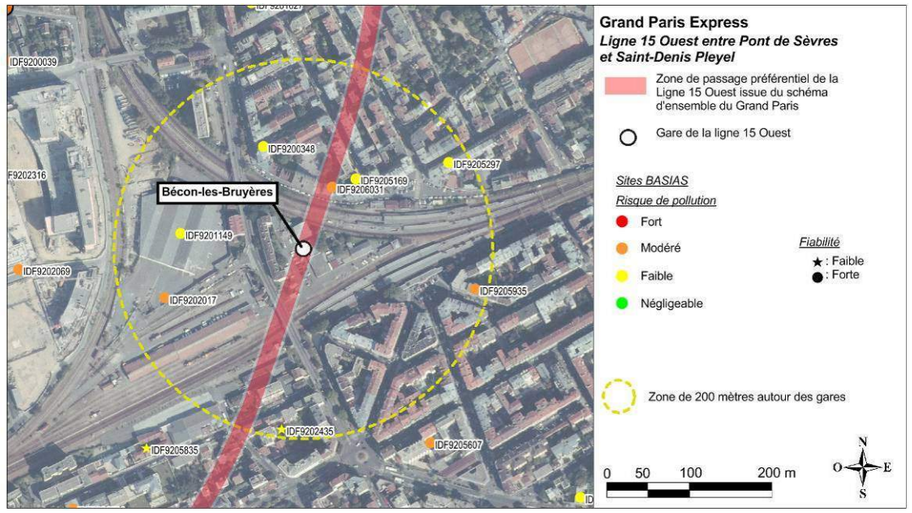
Caractéristiques de la gare	+ 49 m NGF (cote approximative du radier+ 23 m NGF) Gare située au sein de la nappe de l'Eocène supérieur et moyen
Géologie au droit de la gare	0 - 12 m : Marnes et Caillasses
	12-26 m : Calcaire Grossier
	26-40 m : Sables de Cuises
	40-52 m : Fausses Glaises
	52 - 62 m : Argiles Plastique
	A partir de 62 m : Masses de Meudon
Profondeur de la nappe	+38 m NGF : nappe du Calcaire de l'Eocène supérieur
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 200 m	1 site BASIAS à enjeu fort, un à enjeu modéré et 3 à enjeu faible : Production de boissons alcooliques distillées et liqueurs, dépôt de liquides inflammables (D.L.I.), casse-automobile, station-service, forge, blanchisserie-teinturerie, fabrication de produits pharmaceutiques de base
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Absence de données
Risque de pollution	0-11 m : 1 site BASIAS avec potentiels réservoirs enterrés 11 m : présence d'une nappe potentiellement impactée
Polluants suspectés dans la nappe	**Risque modéré** lié à la présence de sites BASIAS d'enjeu fort et modéré avec potentiels réservoirs enterrés à proximité Présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV liée au BASIAS
Polluants suspectés dans les sols	**Risque modéré** lié à la présence de sites BASIAS d'enjeu fort et modéré avec potentiels réservoirs enterrés à proximité 11 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV liée à l'impact potentiel en nappe 0-11 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes au droit du site BASIAS

Critères du sous-sol aux abords de la gare de La Défense (ville de Puteaux)



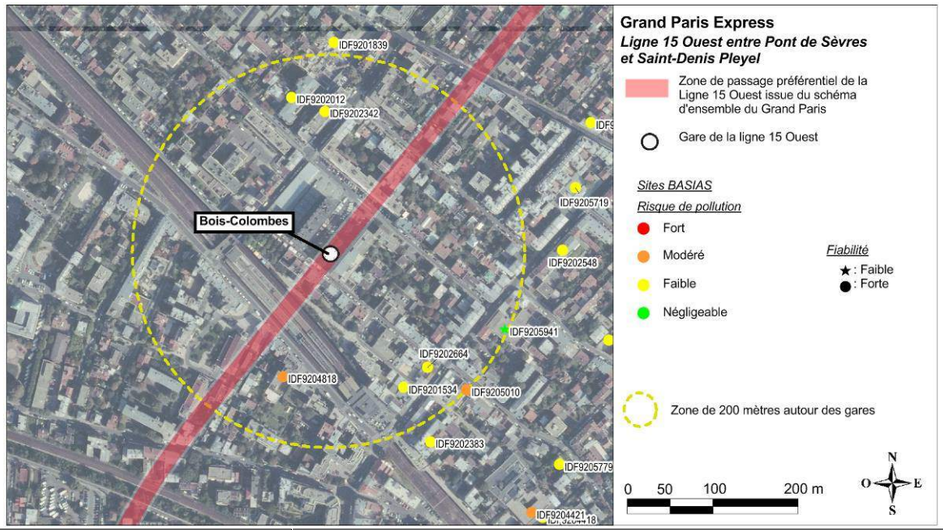
Caractéristiques de la gare	+ 51 m NGF (cote approximative du radier+ 18 m NGF) Gare située au sein de la nappe de l'Eocène moyen
Géologie au droit de la gare	0-16 m : Marnes et Caillasses
	16-31 m : Calcaire Grossier
	31-51 m : Sables de Cuises
	A partir de 51 m : Sables de Cuises
Profondeur de la nappe	+26m NGF : nappe de l'Eocène moyen
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 200 m	2 sites BASIAS à enjeu faible : • Hypermarché (Dépôt de liquides inflammables, dépôt de matières plastiques de base, fabrication, réparation et recharge de piles et d'accumulateurs électriques, transformateur (PCB, pyralène, ...), imprimerie et services annexes • Dépôt de liquides inflammables)
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Absence de données
Risque de pollution	0-15 m : 2 sites BASIAS avec potentiels réservoirs enterrés 25 m : présence d'une nappe potentiellement impactée
Polluants suspectés dans la nappe	**Risque faible** lié à la présence de BASIAS d'enjeu faible avec de potentiels réservoirs enterrés à proximité Présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV liée au BASIAS
Polluants suspectés dans les sols	**Risque faible** lié à la mise en place de la gare en sous-œuvre et à la présence de BASIAS d'enjeu faible avec de potentiels réservoirs enterrés à proximité 25 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV liée à l'impact potentiel en nappe 0-15 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes au droit du site BASIAS

Critères du sous-sol aux abords de la gare_de Bécon Les Bruyères (ville de Courbevoie)



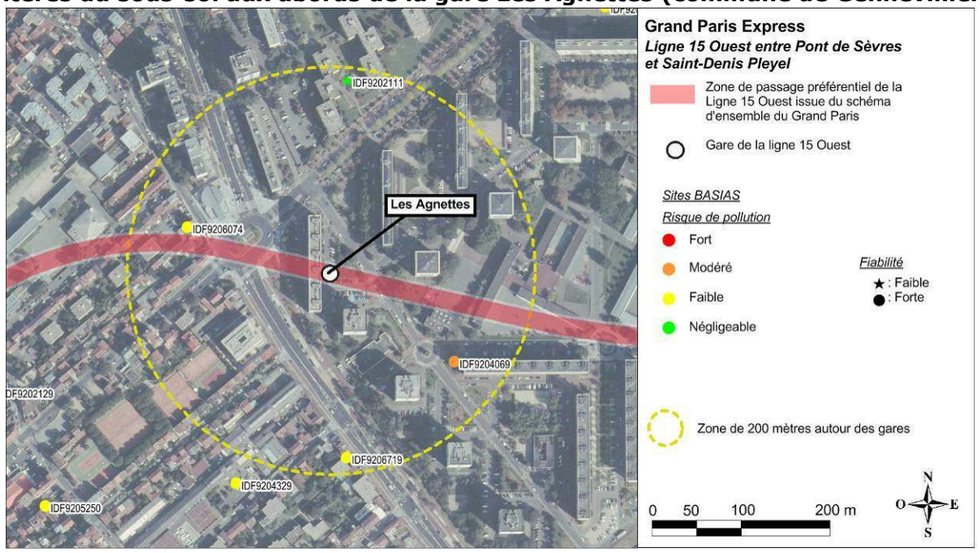
Caractéristiques de la gare	+ 42 m NGF (cote approximative du radier+ 1 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-4 m : Alluvions 4 - 17 m : Marnes et Caillasses 17-35 m : Calcaire Grossier A partir de 35 m : Sables de Cuises
Profondeur de la nappe	+ 28 m NGF : nappe de l'Eocène moyen
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 200 m	4 sites BASIAS à enjeu faible: • Fabrication de produits chimiques de base, de produits azotés et d'engrais, de matières plastiques de base et de caoutchouc synthétique, fabrication d'autres produits chimiques organiques de base, stockage de produits chimiques • Fabrication, transformation et/ou dépôt de matières plastiques de base, fabrication de composants et cartes électroniques, fabrication d'autres matériels électriques et électromagnétiques • Garage (Garages, ateliers, mécanique et soudure, dépôt de liquides inflammables, commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé) • Blanchisserie-teinturerie 3 sites BASIAS à enjeu f modéré • Blanchisserie-teinturerie • Dépôt de liquides inflammables
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Absence de données
Risque de pollution	0-14 m : 4 sites BASIAS avec potentiels réservoirs enterrés 14 m : présence d'une nappe potentiellement impactée
Polluants suspectés dans la nappe	**Risque modéré** lié à la présence de BASIAS d'enjeu modéré avec de potentiels réservoirs enterrés à proximité Présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV liée aux BASIAS
Polluants suspectés dans les sols	**Risque modéré** lié à la présence de BASIAS d'enjeu modéré avec de potentiels réservoirs enterrés à proximité 14 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV liée à l'impact potentiel en nappe 0-14 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes au droit des sites BASIAS

Critères du sous-sol aux abords de la gare de Bois Colombes



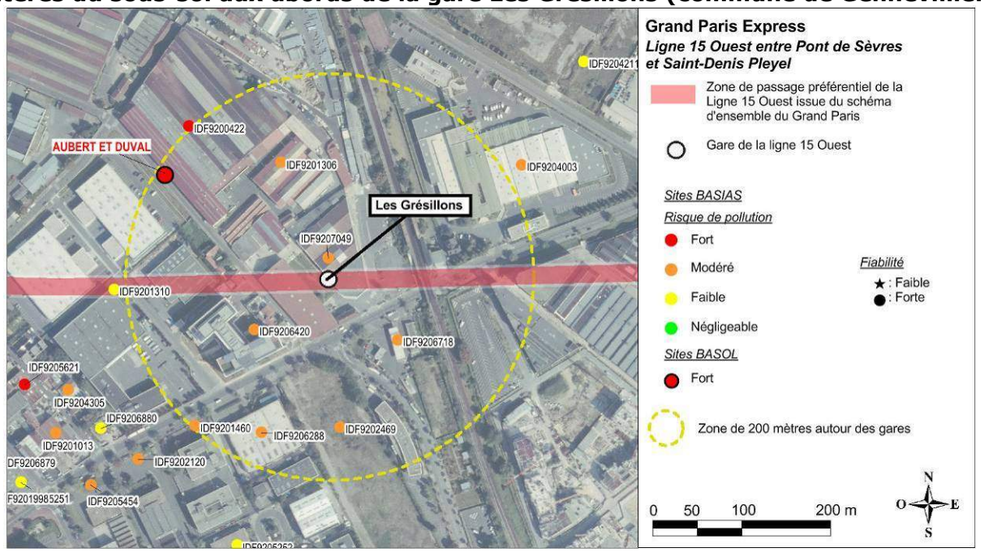
Caractéristiques de la gare	+ 36 m NGF (cote approximative du radier- 10 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0 – 2 m : Remblais 2 - 3 m : Alluvions 3-10 m : Marnes et calcaires de Saint Ouen 10-17 m : Sable de Beauchamp 17-31 m : Marnes et Caillasses 31-37 m : Calcaire Grossier A partir de 37 m : Sables de Cuises
Profondeur de la nappe	+26 m NGF : nappe de l'Eocène supérieur
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 200 m	1 site BASIAS à enjeu modéré et 4 sites à enjeu faible : • Garage (ateliers, mécanique et soudure, carrosserie, atelier d'application de peinture sur métaux, PVC, résines, plastiques, dépôt de liquides inflammables • Traitement de surface des métaux, imprimerie, fabrication et/ou stockage de peintures, entretien et réparation de véhicules, dépôt de liquides inflammables
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Absence de données
Risque de pollution	0-2 m : remblais 0-10 m : 1 site BASIAS avec potentiels réservoirs enterrés 10 m : présence d'une nappe potentiellement impactée
Polluants suspectés dans la nappe	**Risque modéré** lié à la présence de BASIAS d'enjeu modéré avec de potentiels réservoirs enterrés à proximité Présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV liée au BASIAS
Polluants suspectés dans les sols	**Risque modéré** lié à la présence de BASIAS d'enjeu modéré avec de potentiels réservoirs enterrés à proximité 0-2 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes liée aux remblais 10 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV liée à l'impact potentiel en nappe 0-10 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes au droit du site BASIAS

Critères du sous-sol aux abords de la gare Les Agnettes (commune de Gennevilliers)



Caractéristiques de la gare	+ 29 m NGF (cote approximative du radier- 5 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0 – 4 m : Remblais 4 - 14 m : Alluvions modernes 14-22 m : Sable de Beauchamp 30-44 m : Marnes et Caillasses A partir de 44 m : Calcaire Grossier
Profondeur de la nappe	+26 m NGF : nappe de l'Eocène supérieur et Alluvion de la Seine
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 200 m	2 sites BASIAS à enjeu faible: • Blanchisserie-teinturerie, station-service 1 site BASIAS à enjeu modéré : • Blanchisserie-teinturerie
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Impacts en HAP et HCT dans la nappe à proximité du site
Risque de pollution	0-4 m : remblais 0-3 m : 2 site BASIAS avec potentiels réservoirs enterrés 3 m : présence d'une nappe potentiellement impactée
Polluants suspectés dans la nappe	**Risque fort** lié à la présence **avérée** de HAP et HCT Présence **potentielle** de COHV liée aux BASIAS
Polluants suspectés dans les sols	**Risque modéré** lié à la présence de BASIAS d'enjeu modéré avec de potentiels réservoirs enterrés à proximité 0-4 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes liée aux remblais 3 m : présence potentielle de HCT et HAP liée à la pollution de la nappe et présence potentielle de COHV liée à l'impact potentiel en nappe 0-3 m : présence **potentielle** de COHV au droit des sites BASIAS

Critères du sous-sol aux abords de la gare Les Grésillons (commune de Gennevilliers)



Caractéristiques de la gare	+ 29 m NGF (cote approximative du radier-0 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0 – 4 m : Remblais 4 - 10 m : Alluvions modernes 10-20 m : Calcaires de Saint Ouen 20-36 m : Sable de Beauchamp 36 - 49 m : Marnes et Caillasses A partir de 49 m : Calcaire Grossier
Profondeur de la nappe	+26 m NGF : nappe de l'Eocène supérieur et Alluvion de la Seine
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 200 m	6 sites BASIAS à enjeu modéré: • Dépôt de liquides inflammables • Dépôt de liquides inflammables • Dépôt de liquides inflammables • Station-service (Dépôts de liquides inflammables) • Usine de lubrifiants (Raffinage, distillation et rectification du pétrole et/ou stockage d'huile minérales, dépôts de liquides inflammables, traitement et revêtement des métaux, station-service, fabrication et/ou stockage de peintures, vernis, encres et mastics ou solvants) • Usine de ffabrication de matériel aéronautique (fabrication, transformation et/ou dépôt de matières plastiques de base, traitement et revêtement des métaux, stockage de produits chimiques, dépôts de liquides inflammables (D.L.I.), forge, utilisation/stockage de sources radioactives 1 site BASOL à enjeu fort : • Usine de transformation et parachèvement d'aciers spéciaux par traitement thermique et mécanique – mise en évidence d'une pollution des sols et de la nappe par les HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux
Qualité de la nappe (base de	Impacts en HAP, HCT, BTEX, COHV dans la nappe à proximité du site

données ADES)	
Risque de pollution	0-4 m : remblais 0-3 m : 7 site BASIAS et BASOL avec potentiels réservoirs enterrés 3 m : présence d'une nappe potentiellement impactée
Polluants suspectés dans la nappe	**Risque fort** lié à la présence **avérée** en HAP, HCT, BTEX, COHV
Polluants suspectés dans les sols	**Risque fort** lié à la présence d'un site BASOL d'enjeu fort et à la forte densité de site BASIAS d'enjeu modéré à proximité 0-4 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes liée aux remblais 3 m : présence potentielle de HAP, HCT, BTEX, COHV liée à la pollution de la nappe 0-3 m : présence **potentielle** de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes au droit des sites BASIAS

Au-delà de ces bases de données, une étude historique et documentaire sur la ligne 15 Ouest : puits d'entrée du tunnelier des Grésillons. L'étude a été réalisée par le bureau d'études IDDEA en août 2013.

Les éléments issus de cette étude complétés par l'exploitation des bases de données BASIAS, BASOL et ADES ont permis d'évaluer les risques de pollution au droit de ce puits d'entrée des Grésillons.

Caractéristiques du sous-sol aux abords de la base de chantier des Grésillons et influence potentielle

Zone étudiée	Gennevilliers - angle de la rue des Caboeufs Prolongée et du quai des Grésillon. Surface : 13 300 m^2
Activités recensées au droit de la zone	Friche, entrepôts, parking .4 sites BASIAS au droit du site (ancienne fonderie, deux anciens ateliers de travail des métaux, un ancien garage)
Sources potentielles de pollution au droit de la zone	Présence potentielle de remblais Voies ferrées Pipe-lines le long de la rue Anciennes installations industrielles des 4 sites BASIAS au droit du site : hangar avec four et cheminée, garage, fonderie, atelier, chaufferie, transformateur potentiellement aux PCB 2 sites BASIAS à moins de 100 m du site d'étude
Géologie au droit de la gare	0-12 m : Alluvions
	12-22m : Sables de Beauchamp
	22–52m : Marnes et caillasses du Lutétien
Profondeur de la nappe au droit de la zone	Nappe des Alluvions de 4 à 10 m de profondeur
Enjeux liés à la qualité des sols (source : étude historique et documentaire, BASIAS, BASOL)	**Enjeu modéré** lié aux anciennes activités industrielles exercées au droit du site et à la présence d'un pipe-line le long de la rue des Caboeufs Prolongée
Enjeux liés à la qualité de la nappe (source : étude historique et documentaire, BASIAS, BASOL, ADES)	**Enjeu modéré** lié à la présence d'une nappe vulnérable, à la présence de 4 sites BASIAS au droit du site, de 2 sites BASIAS à moins de 100 m et à une pollution significative de la nappe par les HAP, BTEX, HCT et COHV à proximité du site

3.8.2.3 Mesures retenues pour diminuer les impacts liés à la pollution du milieu souterrain en phase chantier

Mesures de réduction et d'évitement

- **Réalisation avant travaux de diagnostics de pollution** au droit des gares, des ouvrages annexes et des puits de tunnelier selon la méthodologie décrit dans l'état initial, pièce G.1 de l'étude d'impact (étude dans le secteur de Gennevilliers).

- **Réalisation de plan de gestion** au niveau des gares, des ouvrages annexes et des puits de tunnelier lorsque les diagnostics de pollution en ont montré la nécessité.

- **Evaluation quantitatives des risques sanitaires** au niveau des gares, des ouvrages annexes et des puits de tunnelier selon les résultats des diagnostics de pollution menés avant travaux.

- **Évacuation des terres polluées vers les installations spécialisées,**

- **Arrosage des pistes de circulation du chantier** limitant les envols de poussières**.**

- **Nettoyage des roues des véhicules et engins de chantiers,** afin de ne pas salir les voiries aux abords des bases chantier.

- **Utilisation de bâches sur les camions de transport et sur les terres stockées sur les bases chantier** limitant l'envol des poussières**.**

Mesures de suivi

- **Suivi des chantiers sensibles vis-à-vis de la pollution du milieu souterrain par un maître d'œuvre spécialisé**.

- **Suivi des expositions des travailleurs par la médecine du travail, pour chaque travailleur exposé**, port éventuel de badge passif pour évaluer les expositions dans les zones les plus impactées.

- **Suivi de la qualité de l'air ambiant** à proximité des bases chantiers éventuellement.

3.8.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation

Les travaux d'excavation des terres polluées en phase chantier, et les éventuelles mesures de dépollution du site permettront d'assurer un environnement sain pour les futurs usagers.

La Société du Grand Paris mettra en œuvre les mesures éventuelles définies dans le cadre des études de pollution. En effet, comme indiqué précédemment, des plans de gestion et analyses des risques résiduels seront réalisées pour les sites les plus sensibles. Cette étude vise à assurer que les travaux de dépollution permettront les fonctions assurées par l'ouvrage en phase d'exploitation. Dans le cas présent, l'accueil des usagers dans l'infrastructure.

De plus, les caractéristiques prévues pour les ouvrages du réseau permettront d'assurer l'étanchéité des boîtes par rapport au sous-sol (se référer aux éléments de la rubrique « Hydrogéologie »).

L'impact de la pollution en phase d'exploitation sur les usagers est considéré comme négligeable.

3.8.4 Synthèse des impacts et mesures concernant la gestion des déblais et la pollution des terres excavée

Les impacts concernent uniquement la phase chantier.

Secteurs concernés	*Niveau d'enjeu de pollution*	*Caractéristiques et niveau de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Section Ile Monsieur – Nanterre La Boule	Plusieurs sites BASIAS avec de potentiels réservoirs enterrés près de la gare de Saint-Cloud	Gares de Saint-Cloud : Impact fort lié aux volumes importants à évacuer, au milieu urbain dense et au risque modéré de pollution des sols	**PHASE CHANTIER** **Mesures de réduction et d'évitement** Evacuation par voie fluviale privilégiée Concertation avec les collectivités concernées sur les itinéraires routiers à privilégier Réalisation avant travaux de diagnostics de pollution Plan de gestion avec analyse résiduel des risques sanitaires Évacuation des terres polluées vers les installations spécialisées Arrosage des pistes de circulation du chantier Nettoyage des roues des véhicules et engins de chantiers Utilisation de bâches sur les camions de transport et les stocks de terres **Mesure de suivi** Suivi des chantiers sensibles vis-à-vis de la pollution du milieu souterrain par un maître d'œuvre spécialisé. Suivi des expositions des travailleurs par la médecine du travail Suivi éventuel de la qualité de l'air ambiant à proximité des bases chantiers **PHASE EXPLOITATION** **Mesures d'évitement** Respect des mesures éventuelles définies dans le cadre des études de pollution
	Densité faible de sites BASIAS sur le reste de la section	Tunnel, gare de Nanterre La Boule, OA 231, OA 232, OA 233, OA 251 et OA 252, puits d'entrée du tunnelier : impact fort lié aux volumes importants à évacuer et au contexte urbain dense Gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien », OA 241, OA 242, OA 243, OA 244 : Impact fort lié aux volumes importants à évacuer, au milieu urbain dense et au risque modéré de pollution des sols	
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	Densité forte de sites BASIAS dans la zone industrielle de la gare de Nanterre la Folie	Gare de Nanterre La Folie : impact fort lié aux volumes importants à évacuer, au contexte urbain dense et au risque élevé de pollution des sols	
	Densité faible de sites BASIAS au Nord de Nanterre la Boule	Tunnel, gare de Nanterre La Folie, gare de La Défense, gare de Bécon-les-Bruyères, OA 271, puits de sortie du tunnelier, OA 281, OA 282 et OA 283 : impact fort lié aux volumes importants à évacuer, au contexte urbain dense et au risque élevé de pollution des sols	
		OA 261 et OA 262 : impact modéré lié aux volumes moyens à évacuer, au contexte urbain dense et au risque de pollution modéré	
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	Forte densité de sites BASIAS et BASOL sur l'ensemble de la section, hors commune de L'Ile-Saint-Denis et nappe impactée sur Gennevilliers	Tunnel, gare de Bois-Colombes, gare Les Agnettes, gare Les Grésillons, OA 291, OA 301, OA 311, OA 312, OA 321 (puits de sortie du tunnelier), OA 322 et OA 330 : impact fort lié aux volumes importants à évacuer, au contexte urbain dense et au risque élevé de pollution des sols	
	Densité importante de sites BASIAS sur Courbevoie et Bois-Colombes		
	Densité très faible de sites BASIAS sur L'Ile-Saint-Denis		

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.8.5 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant la gestion des déblais et la pollution des terres excavées

Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant la gestion des déblais et du risque de pollution du milieu souterrain en phase chantier

3.8.5.1 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant la gestion des déblais et du risque de pollution du milieu souterrain en phase chantier

Coûts des mesures – Phase chantier

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Evacuation par voie fluviale privilégiée	Intégré au coût du chantier
Concertation avec les collectivités concernées sur les itinéraires routiers à privilégie	Intégré au coût des études
Réalisation avant travaux de diagnostics de pollution	Fonction des marchés publics contractés
Plan de gestion avec analyse résiduel des risques sanitaires	Fonction des marchés publics contractés et des résultats des diagnostics de pollution
Évacuation des terres polluées vers les installations spécialisées	Intégré au coût des études
Arrosage des pistes de circulation du chantier.	Intégré au coût du chantier
Nettoyage des roues des véhicules et engins de chantier.	Intégré au coût du chantier
Utilisation de bâches sur les camions de transport.	Intégré au coût du chantier
Suivi des chantiers sensibles vis-à-vis de la pollution du milieu souterrain par un maître d'œuvre spécialisé.	10% des coûts de gestion de terres (excavation, élimination, remblaiement) 15 % en cas de travaux de dépollution sur site
Suivi des expositions des travailleurs par la médecine du travail	Intégré au coût du chantier
Suivi éventuel de la qualité de l'air ambiant à proximité des bases chantiers	4 000 € H.T. par bases chantiers pour une campagne de mesure (composés volatils uniquement)

3.8.5.2 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant la gestion des déblais et du risque de pollution du milieu souterrain en phase chantier

Coûts des mesures – Phase exploitation

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Respect des mesures éventuelles définies dans le cadre des études de pollution	Intégré au coût du chantier

3.9 Faune, Flore et Milieux Naturels

3.9.1 Méthodologie suivie par la Société du Grand Paris

3.9.1.1 Rappel des enjeux des milieux naturels

Synthèse des enjeux liés aux milieux naturels

Secteurs concernés	*Niveaux d'enjeux et caractéristiques des sites*
Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule	**Berges de Seine – Ile de Monsieur** : enjeu faible à fort de manière localisée pour la végétation hygrophile et en terme d'habitat pour la faune piscicole.
	Parc Brimborion : parc urbain identifié comme « refuge LPO » avec présence d'espèce d'oiseaux protégées
	Domaine national de Saint-Cloud : Grand parc forestier et espaces ouverts à l'est du Domaine favorables à la faune. Des espèces de flore et de faune protégées (oiseaux, amphibiens, reptiles, chiroptères) sont connues sur le Domaine et à proximité.
	Mont Valérien : Colline accueillant une diversité d'oiseaux intéressante qui sont également protégés.
	Jardin des Tourneroches : mosaïque d'habitat accueillant une faune commune mais protégé concernant l'avifaune.
	Autres espaces verts : parc des Bruyères, square rue Traversière, etc., qui peuvent accueillir des espèces faunes communes mais potentiellement protégées pour l'avifaune
	Continuités écologiques : des secteurs d'intérêt en contexte urbain identifiés par le SRCE sont présents : Parc de Billancourt, Domaine National de Saint-Cloud, Mont Valérien.
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	**Parc André Malraux :** parc mêlant plusieurs types d'habitats favorable à la faune et notamment à des espèces à enjeux et protégées (amphibiens, avifaune.).
	Parc Nelson Mandela : Les plantations horticoles, pelouses et prairie fleurie constituent des habitats favorables pour une faune commune mais protégée pour l'avifaune.
	Autres espaces verts : square Allié Timbaud, etc, qui peuvent accueillir des espèces faunes communes mais potentiellement protégées pour l'avifaune
	Continuités écologiques : secteurs d'intérêt en contexte urbain identifiés par le SRCE sont présents avec le Parc André Malraux, l'Ile de Puteaux
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	**Coulée verte de Gennevilliers :** espaces verts identifiés comme liaison d'intérêt en contexte urbain selon le SRCE. La coulée verte accueille une faune et une flore communes mais potentiellement protégées pour l'avifaune.
	Berges de Seine – Quai des Grésillons : Berges globalement très artificielle présentant, localement, une végétation hydrophile.
	Talus SNCF : Les talus sont occupés par des friches rudérales plus ou moins colonisées par des ronciers favorables pour les insectes et les reptiles.
	Autres espaces verts : square 8 mai 1945, Parc de Couronnes, etc., qui peuvent accueillir des espèces faunes communes mais potentiellement protégées pour l'avifaune
	Continuités écologiques : secteurs d'intérêt en contexte urbain identifiés par le SRCE sont présents : Coulée verte de Gennevilliers

L'état initial de la ligne 15 Ouest a mis en évidence un contexte urbanisé dominant à plus de 80% et des enjeux écologiques faibles à modérés, selon les sites. Pour rappel, aucun zonage d'inventaire ou réglementaire n'intersecte le fuseau d'étude.

L'analyse présentée ci-dessous fait état des impacts du projet sur les milieux naturels, la faune, la flore ainsi que sur les continuités écologiques. La fonctionnalité des territoires est donc prise en compte pour chaque groupe d'espèce.

La thématique des sites Natura 2000 fait l'objet d'une rubrique spécifique « Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 ».

3.9.1.1 Typologies des impacts sur les milieux naturels, la faune et la flore et mesures proposées

Le projet de la Ligne 15 Ouest est prévu en insertion souterraine sur la totalité du tracé. Il sera construit à l'aide de tunneliers.

Compte tenu des caractéristiques souterraines de ce projet, les impacts directs sur les milieux naturels et la biodiversité sont potentiels uniquement au niveau des ouvrages situés en émergence : gares, ouvrages de sécurité, puits tunnelier…

L'évaluation des impacts liées à la mise en place de ce projet d'infrastructure sur le milieu naturel porte donc sur l'analyse des effets potentiels liés à l'implantation d'ouvrages sur des sites sensibles en phase chantier et aux effets liés à l'exploitation du réseau. Les effets potentiels sur les continuités écologiques identifiées dans l'état initial sont également analysés.

3.9.1.2 Démarche Éviter, Réduire, Compenser

L'existence d'impacts potentiels 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 au niveau des études d'impact et des dossiers de dérogation, si ces derniers sont nécessaires, par :

- Dans un premier temps, mettre en place des **mesures d'évitement** des impacts (adaptation de la conception et des emprises, ajustement temporel des dates de démarrage des travaux etc.…) ainsi que des **mesures de réduction** des impacts qu'il n'aurait pas été possible d'éviter,

- Dans un second temps, 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.

Pour une meilleure compréhension et en raison du nombre important de mesures proposées, ces dernières ont été dissociées en deux types :

- **Des mesures génériques**, mises en œuvre systématiquement pour tous types de projet par le Maître d'Ouvrages. Ces mesures génériques sont regroupées suivant des ensembles de mesures (évitement, réduction, compensation),

- **Des mesures spécifiques**, mises en œuvre pour le projet de Ligne 15 Ouest. Ces mesures sont identifiées et présentées séparément.

3.9.1.3 Analyse des continuités écologiques

Les continuités écologiques identifiées dans l'état initial ont été croisées avec la localisation des ouvrages émergents de la ligne 15 Sud. Les corridors de la trame arborée et le secteur d'intérêt dans Paris et la Petite Couronne, identifiés par le SRCE traversent le Domaine National de Saint-Cloud concernée par des ouvrage en surface du futur métro (ouvrage 232 et 233). L'ouvrage 312 concerne également la coulée verte Missak Manouchian identifiée comme liaison d'intérêt dans Paris et sa Petite Couronne par le SRCE.

La localisation de ces continuités écologiques restent générales et repose sur des principes de connexion qui s'appuie sur une fonctionnalité du territoire pour les espèces et les habitats. Les impacts éventuels sur les continuités écologiques sont évalués ci-dessous au niveau de chaque site écologique sensible. L'analyse des impacts sur les continuités écologiques repose sur la notion de fonctionnalité du territoire pour les différents groupes d'espèces et les habitats.

3.9.2 Impacts et mesures en phase chantier liés à l'implantation des ouvrages et gares

S'agissant des impacts potentiels du projet sur les milieux naturels, l'analyse a porté sur les sites sensibles concernés par l'implantation d'ouvrages émergents de la future ligne de métro. Il peut s'agir de gares, d'ouvrages annexes ou de zones de chantier.

Il s'agit des secteurs suivants :

- Le secteur de l'Ile de Monsieur
- Le Domaine national de Saint-Cloud
- Le Jardin des Tourneroches
- Le parc Nelson Mandela au niveau des communes de Nanterre et de Courbevoie
- La coulée verte de l'allée Missak-Manouchian à Gennevilliers
- Le talus SNCF au niveau des Grésillons
- La zone des berges au niveau de la zone des Caboeufs

Les autres sites à enjeux identifier dans l'état initial n'étant pas impactés par le projet ne sont, par conséquent, pas traités dans cette partie. Il s'agit notamment du Mont Valérien, du parc Brimborion ou d'autres espaces verts relictuels présents dans le fuseau d'étude.

Concernant le parc André Malraux, aucune émergence du projet n'est prévu dans son enceinte. De plus, aucune interaction indirecte n'est possible avec le parc. L'étang est alimenté par les eaux de pluie. De ce fait, les zones en eaux du parc ne sont pas affecté par un quelconque impact sur l'hydrogéologie du site.

3.9.2.1 Secteur d'aménagement de l'ouvrage 231 sur l'Ile de Monsieur

Cet ouvrage annexe est dans un premier temps un puits d'entrée de tunnelier pour le creusement du tunnel, il nécessite temporairement des emprises plus importantes qu'un simple ouvrage annexe. Une partie du puits sera reconvertie en ouvrage fonctionnel (accès de secours et ventilation/désenfumage). Ce puits est réalisé dans le cadre de la Ligne 15 Sud et sera utilisé comme entrée de tunnelier dans le cadre de la Ligne 15 Ouest. Cet ouvrage a été traité dans l'étude d'impact de la ligne 15 Sud et des mesures d'évitement et de réduction ont été proposées afin de réduire les impacts. Cet ouvrage est par ailleurs traité dans le cadre du chapitre sur les impacts cumulés dans cette étude.

Il peut être rappelé les mesures retenues par la Société du Grand Paris pour l'intégration de ces travaux sur ce site sensible.

Il s'agit notamment :

- de limiter au maximum l'emprise des travaux sur ce secteur,

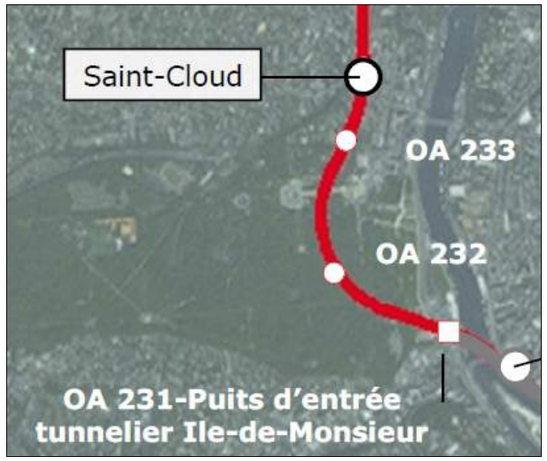
- de maintenir dans la mesure du possible les haies existants qui permettent d'assurer une transition douce avec les secteurs limitrophes,

- de mettre en œuvre des dispositions pour éviter la chute de matériaux dans la Seine dans le cadre du chargement des barges fluviales avec les déblais issus du creusement,

- de prévoir en fin de chantier, un réaménagement du site en favorisant des zones naturelles de friches.

3.9.2.2 Secteur du Domaine national de Saint-Cloud (ouvrages annexes 232 et 233)

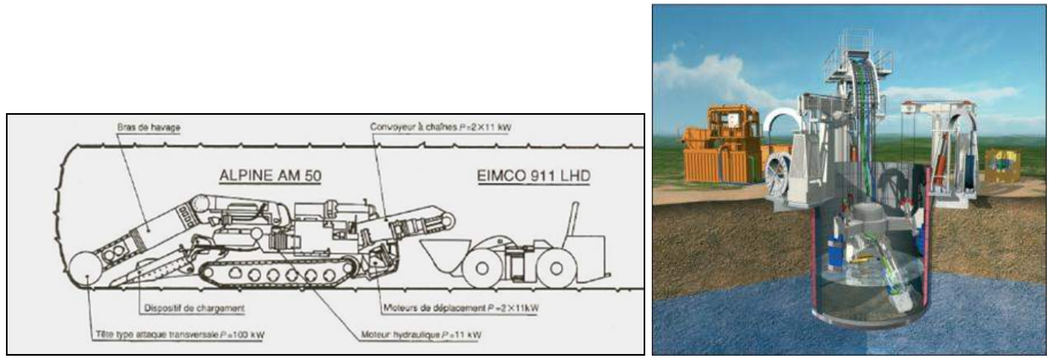
Au vu des contraintes rappelés dans le chapitre « Scénarios de tracés et de gares du projet » du présent dossier, le projet prévoit l'implantation de deux ouvrages de sécurité (ou ouvrage annexe) au niveau du secteur du Domaine national de Saint-Cloud. Il s'agit des ouvrages annexes 232 et 233.



Localisation des ouvrages 232 et 233 annexes au niveau du Domaine national de Saint-Cloud

Ces 2 ouvrages font l'objet d'études techniques approfondies afin de définir la solution qui impacte le moins possible l'environnement. A ce stade, deux méthodes constructives pour chacun des 2 ouvrages sont étudiées. Du fait de la pente forte du terrain naturel, les deux ouvrages peuvent être construits de manière verticale depuis la surface pour être reliés au tunnel, ou de manière horizontale depuis le bas du parc pour être reliés au tunnel.

Dans ce contexte, le dossier d'étude d'impact présente une analyse des impacts potentiels sur le secteur d'aménagement le plus abouti et le plus impactant pour la biodiversité à savoir un ouvrage horizontal situé au niveau de l'allée de Chartres.

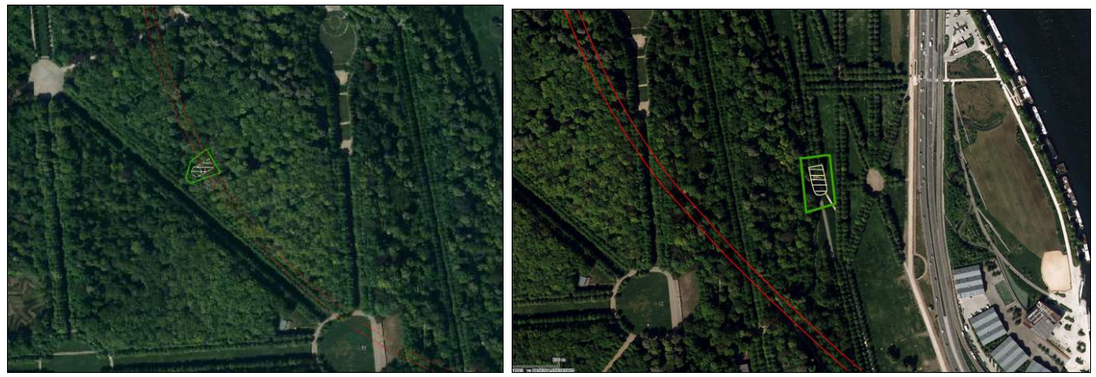


Méthode constructive pour un ouvrage annexe horizontal (à gauche) et vertical (à droite)

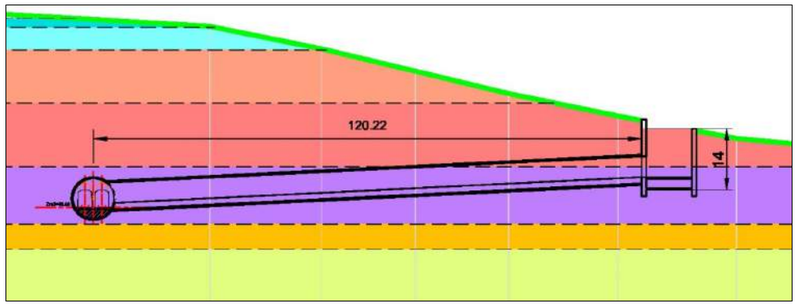
<u>S'agissant de l'ouvrage annexe 232 :</u>

Cet ouvrage fait l'objet à ce stade d'avancement des études, de deux possibilités d'implantation selon la méthode constructive retenue.

La solution verticale prévoit une implantation au niveau de l'Allée de Chartres, dans un secteur boisé. La solution horizontal se situe dans la partie basse du parc.



Implantation de l'ouvrage annexe 232 : solution ouvrage vertical à gauche et ouvrage horizontal à droite



Implantation de l'ouvrage annexe - solution ouvrage horizontal dans le bas du parc

<u>Impacts concernant les boisements</u>

Le secteur boisé concerné par l'ouvrage horizontal, a fait l'objet en 2013 d'un diagnostic détaillé des arbres en place, de leur état phytosanitaire et de leur sensibilité. Cette étude spécifique a porté sur les parties boisées et également sur les arbres d'ornement, plantés en alignement le long des allées piétonnes.

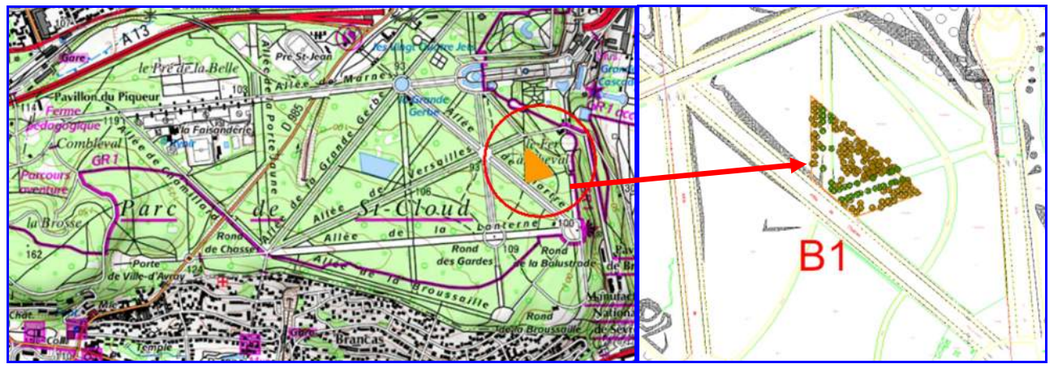
Les critères suivants ont été identifiés :

- **Le critère physiologique** : appréciation sur les principaux aspects suivants : compartimentation, accroissement diamétral des organes conducteurs et de soutien, vigueur des unités de croissance, présence significative de rameaux morts dans la sphère dynamique de la couronne, état et rapport de masse foliaire….
- **Le critère mécanique** : état des organes aériens et racinaires, évaluation des blessures, fentes, traumatismes, mutilations, altérations par colonisation fongique à caractère lignivore, écorces incluses, bois mort…

- **Le critère de contrainte** : présence de réseaux aériens ou souterrains anciens ou prévus, proximité des dessertes et bâtis, gène phototropique subie ou exercée…

L'étude s'est également appuyée sur la réalisation de sondages pédologiques pour comprendre le fonctionnement du sol. Ainsi, trois sondages à la tarière ont été réalisés.

Présentation de l'aire d'étude retenue pour cette étude spécifique :



Arbres de boisement

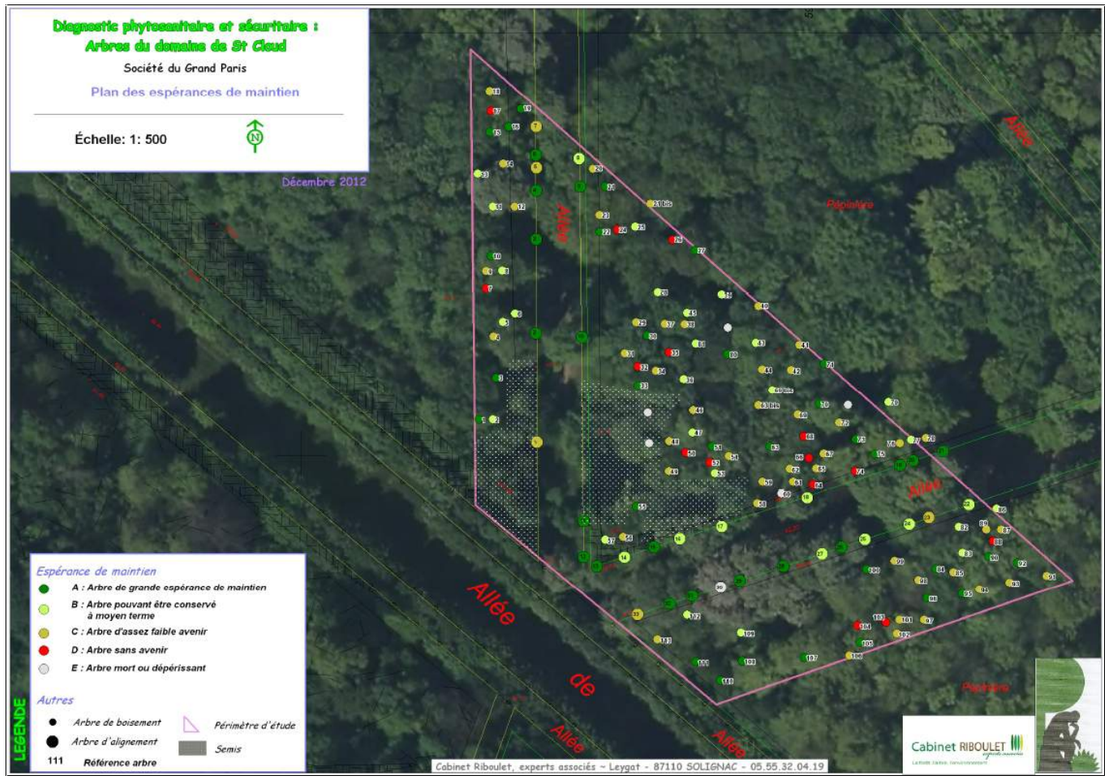
Arbres d'alignement

Boisement et alignement d'arbres dans le Domaine National de Saint Cloud

Le croisement des 3 critères mentionnés précédemment a permis de définir le niveau de l'enjeu des arbres présents :

A	B	C	D	E
Arbre de grande espérance de maintien ou espérance de maintien indéterminée	Arbre pouvant être conservé à moyen terme	Arbre d'assez faible avenir	Arbre sans avenir	Arbre mort ou dépérissant

Présentation des résultats du diagnostic phytosanitaire au niveau du site d'implantation potentielle de l'ouvrage annexe 232 (solution verticale)



En conclusion, le périmètre boisé expertisé comporte trois types de formations arborées :

- une futaie de plus de soixante ans, souvent dense et plus sporadiquement déstructurée, de quatre essences principales : hêtres frêne, érables sycomores et planes et quatre essences plus secondaires : tilleuls, merisiers, chênes et charme.
  La forte densité des arbres confère aux parquets un aspect très élancé mais génère des affaiblissements physiologiques. A l'inverse, des ouvertures, créées par les dernières tempêtes, font apparaître des arbres plus étoffés et une plus grande diversité végétale dans le sous-bois éclairé.

- Quatre alignements de marronniers et de tilleuls, bordant les deux allées transversales. L'analyse des états de santé physiologique et mécanique de ces arbres permet d'accorder à certains d'entre eux une espérance de maintien satisfaisante. Ces deux allées présentent un aspect très irrégulier ; surtout l'allée ouest, qui devait comporter 35 arbres à l'origine et n'en compte plus que 10 actuellement, laissant en perspective des vides. Le rôle paysager historique n'est plus celui dévolu à l'origine.

- Une importante trouée de régénération de près de 920 m², dans laquelle subsistent deux chandelles mortes et, en lisière, cinq arbres sans avenir. Cette zone très localisée, d'origine accidentelle (tempête de 1999), est surdimensionnée par rapport aux besoins structurels d'un état d'équilibre durable de l'ensemble de la formation boisée irrégulière.

Au vu des résultats obtenus, il s'avère que l'impact des infrastructures et superstructures envisagées d'une part et des travaux nécessaires en sous-sol d'autre part, seront sans effet notable sur la santé physiologique des arbres de futaie et d'alignement.
De même, en raison du caractère irrégulier du peuplement, la faible emprise aérienne du déboisement nécessaire pour la création des ouvrages (quelques centaines de mètres carrés) n'impactera que très faiblement les capacités de tenue mécanique des arbres.

Au regard de la surface importante de boisement, les continuités écologiques de la trame arborée identifiée par le SRCE restent fonctionnelles pour les espèces utilisant ses milieux comme support de vie ou de déplacement. Localement, la fonctionnalité des habitats d'espèces a été traité spécifiquement pour chaque groupe d'espèces.

Mesures de réduction :

- La Société du Grand Paris prévoit néanmoins, pour limiter les effets d'un stress métabolique éventuel, de procéder à l'essentiel des travaux de creusement pendant la période d'arrêt de végétation (septembre/octobre à avril), évitant ainsi les risques d'assèchement estival des parois de la fosse et d'abaissement temporaire de la lame d'eau de sub-surface.

<u>Impact concernant la flore :</u>

Une station de Gagée des champs est connue à moins de 100m du secteur d'aménagement. Cette espèce vivace à bulbe n'a pas pu être observée lors des expertises de terrain de 2013 et 2014 malgré l'effort de prospection soutenu. Toutefois, elle reste potentielle puisque son habitat typique au pied des arbres est bien présent.

Le projet n'impacte pas la station de Gagée des champs référencée par le Conservatoire Botanique. Toutefois, la proximité avec la station connue et la présence des mêmes habitats (types de milieux) sur l'emprise chantier induisent une potentialité de présence de l'espèce sur le secteur d'aménagement.

Mesure d'évitement et de réduction :

- **Limiter les emprises chantier** à niveau de l'ouvrage OA232 : Ce secteur d'aménagement a fait l'objet d'une demande de dimensionnement minimal au vu des contraintes écologiques en présence.

- **Vérifier la présente de la station de Gagée des Champs** : L'écologue en charge du suivi des mesures effectuera une visite de terrain durant les périodes de floraison de l'espèce. Un balisage pour être fait si nécessaire.

Pour l'analyse des impacts potentiels de l'ouvrage 232 sur la biodiversité, les éléments peuvent être présentés pour les deux solutions d'implantation, les enjeux étant similaires.

Allée de Chartres : secteur d'aménagement et exemple d'émergence pour l'ouvrage 232 – source : Société du Grand Paris, Biotope, 2013

<u>Impacts concernant les amphibiens :</u>

Trois espèces d'amphibiens sont connues sur le Domaine de Saint-Cloud suite aux expertises de terrain : l'Alyte accoucheur dans le parc de Montretout et sur l'allée de la Carrière, le Crapaud commun sur les bassins des Trois bouillons et Saint-Jean et le Triton Palmé sur le bassin des Chiens.

Les amphibiens adoptent des comportements grégaires lors des périodes de reproduction et peuvent se déplacer massivement des lieux d'hivernage terrestre vers les sites de reproduction aquatique. De la même manière, ils effectuent des déplacements postnuptiaux vers les sites d'estivage puis d'hivernage.

Aucun axe de déplacement préférentiel des amphibiens n'a été mis en évidence sur le périmètre du projet et ses abords immédiats. Toutefois, les trois espèces connues peuvent se déplacer jusqu'à 500m voir 1km pour le Triton palmé autour de leur habitat de reproduction et notamment dans des milieux boisés pour le Crapaud calamite et le Triton palmé. Ainsi, **l'habitat terrestre de ces deux espèces est présent au niveau du secteur d'aménagement de l'ouvrage.**

La phase chantier nécessite un défrichement sur moins de 0,1 ha sur l'emprise de la base chantier afin d'y implanter la future structure de l'ouvrage. Pour la réalisation de ce défrichement, une demande d'examen au cas par cas sera déposée auprès de la DRIAAF[12]. Cette demande pourra donner lieu à une demande d'autorisation par un simple dépôt de CERFA ou la réalisation d'une étude d'impact.

Le secteur d'aménagement se situe donc sur un milieu boisé potentiellement utilisé par le Crapaud commun et le Triton palmé en phase terrestre. Ces deux espèces font l'objet d'une protection au titre de leurs individus.

L'impact principal du secteur d'aménagement de l'ouvrage correspond à une destruction potentielle d'espèce, une destruction d'habitat et un potentiel dérangement du groupe en phase travaux.

La réduction de l'habitat terrestre des amphibiens est envisagée uniquement pendant la phase de chantier. L'impact peut également se porter sur la destruction d'individus se trouvant sur site.

[12] *Direction Régional et Interdépartemental de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt*

Mesure d'évitement et de réduction :

- **Capturer et déplacer les individus identifiés sur le secteur d'aménagement** : Le milieu forestier du secteur d'aménagement constitue un habitat terrestre du Crapaud commun et du Triton palmé. Un passage d'écologue sera réalisé en amont du démarrage des travaux afin de vérifier l'absence d'espèces sur le site.

  Si des individus étaient identifiés lors de ce passage de terrain, un processus de capture/déplacement des individus d'amphibiens serait mise en place avant le démarrage des travaux. Cette opération de transfert de populations consisterait à déplacer des individus présents dans leur habitat de reproduction à une distance éloignée des travaux (plus de 1km).

  L'opération de sauvetage envisagée dans le cadre du projet vise avant tout à éviter la mortalité en recueillant les amphibiens puis en mettant en place un dispositif anti-intrusion.

- **Mettre en place des barrières anti-retour** pour éviter la colonisation du secteur d'aménagement par les amphibiens : Une clôture à mailles fines (type «treillis soudé à petite section»- maille 6,5 mm X 6,5 mm –hauteur : 50 cm avec rabat et système anti-retour) sera installée le long de l'emprise chantier. Ce dispositif permettra d'éviter les intrusions sur l'emprise chantier des amphibiens et de la petite faune par la même occasion. Le dispositif anti-retour sera disposé de telle manière à ce que les amphibiens puissent sortir du site sans pouvoir y rentrer.

Exemple de barrière anti-retour à petites mailles avec rabat (source : Biotope)

La mise en place de ces mesures sur le secteur d'aménagement de l'ouvrage 232 permet de limiter les impacts sur les amphibiens et ne remet pas en cause l'état de conservation du groupe.

Impacts concernant les reptiles :

L'Orvet fragile a été contacté au niveau des allées du Domaine. Ce reptile qui affectionne les milieux ombragés et humides tels que les sous-bois et lisières boisées pourrait voir son habitat réduit d'un hectare en phase chantier. Toutefois, le maintien d'une superficie boisée suffisante pour conserver un bon état de conservation de l'espèce n'est pas compromis. Les habitats de report sont nombreux aux alentours de l'emprise chantier. L'impact de l'aménagement de l'ouvrage se limite donc à une destruction d'habitat de l'Orvet sur 0,1 ha et à la destruction potentielle non intentionnelle de l'espèce en phase chantier. **L'impact du projet sur les reptiles est considéré comme faible.**

Mesures proposées pour les reptiles :

- **Capturer et déplacer les individus identifiés sur le secteur d'aménagement** : Lors de l'implantation des barrières anti-intrusion, l'écologue chargé du suivi de la phase chantier effectuera une vérification de l'absence d'individu au niveau de la base chantier. Les individus contactés feront l'objet d'un déplacement près de lisières boisées éloignées du projet de plus d'un kilomètre.

- **Mettre en place des barrières spécifiques pour les Orvets** : De la même manière que pour les amphibiens, la mise en place de barrière est favorable à la réduction de l'impact sur les populations d'Orvet fragile.

La mise en place de ces mesures sur le secteur d'aménagement de l'ouvrage 232 permet de limiter les impacts sur les reptiles et ne remet pas en cause l'état de conservation du groupe.

Impacts concernant les insectes

Le suivi des coléoptères saproxyliques mené dans les boisements du Domaine a permis d'identifier la présence de deux espèces patrimoniales : Le Lucane Cerf-volant, espèce d'intérêt communautaire et Isorhipis melasoides, qualifiée de vulnérable en Ile-de-France[13]. Ce statut fait plutôt état d'un manque de connaissance sur la répartition de l'espèce plutôt que d'une dégradation de l'état de conservation des populations d'Isorhipis. Ces deux espèces sont inféodées aux milieux boisés sénescents. Le Lucane cerf-volant est une espèce se développant surtout sur les vieux chênes. Les larves se développent dans les très vieilles racines en cours de dépérissement. Sa survie sur le secteur dépend donc directement du maintien des vieux chênes. Les larves de l'Isorhipis mélasoides se développent quant à elles dans le hêtre.

Les opérations de déboisement menées sur le secteur d'aménagement peuvent conduire à une destruction des populations et d'habitat d'espèces. Toutefois, la surface déboisée est minime et les habitats de report pour ces espèces sont nombreux autour du site. L'impact sur les insectes saproxyliques se limite à la destruction d'habitat d'individus lors de la période de défrichement.

L'impact du projet sur les insectes est considéré comme faible.

Mesures proposées pour les insectes :

- Avant toute opération de déboisement, une inspection des arbres sera réalisée de manière à rechercher toutes les loges des insectes saproxylophages avec un système de miroir éclairé par une lampe ou un endoscope, repérage du guano, odeur d'ammoniac qui attirent les insectes.

[13] *D'après le guide méthodologique pour la création de Znieff en Ile-de-France, 2002*

- **Dans la mesure du possible,** les arbres sénescents et accueillant des loges d'insectes seront découpés sur site et conserver en stères et tas de bois proche d'un secteur d'îlot de sénescence

Exemple d'arbres sénescents et de conservation sur site de ces habitats à insectes saproxyliques – source : Société du Grand Paris ; Biotope, 2014

La mise en place de ces mesures sur le secteur d'aménagement de l'ouvrage 232 permet de limiter les impacts sur les insectes saproxyliques et ne remet pas en cause l'état de conservation du groupe.

<u>Impacts concernant les Chiroptères :</u>

L'ensemble du Domaine national de Saint-Cloud offre des zones de chasse privilégiées pour les chauves-souris avec l'alternance de bosquets d'arbres, d'alignement, de haies, et de jardins. Les allées forestières sont également des zones de chasse utilisées notamment par la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl et la Noctule commune, espèces observées sur site.

Les vieux arbres du Domaine national de Saint-Cloud offrent des cavités, des décollements d'écorces et autres anfractuosités favorables au gîte des espèces arboricoles. Quelques vieux arbres sont présents au niveau du secteur d'aménagement du projet de puits au sud du Parc de Saint-Cloud sur l'Allée de Chartres (lieu-dit « le Fer à Cheval »). En forêt, la Pipistrelle commune, espèce la plus abondante sur le Domaine, gîte surtout dans les fissures des arbres et sous les écorces décollées.

Environ 1ha d'habitat de chasse et quelques arbres à gîtes pourront être détruits par le projet. Les larges possibilités de report aux abords du site limitent les impacts du projet. D'autre part, et au vu du caractère ubiquiste des espèces contactées, et de leur capacité à s'adapter à des contextes anthropiques, l'effet par perte de territoire de chasse (effet direct, permanent, à court terme) est considéré comme faible à moyen. Au regard du contexte local fortement marqué par les activités humaines, les dérangements pour les espèces de chauves-souris sont déjà en partie existants (pollution lumineuse, activité humaine). Les travaux d'aménagement accentueront la fréquentation au niveau des emprises chantier (utilisation et circulation d'engins de chantier sur le secteur) et par conséquent le dérangement en période de reproduction. Toutefois, l'espèce la plus abondante sur le site, la Pipistrelle commune, ubiquiste et anthropophile, sera peu dérangée par cette augmentation des perturbations.

L'impact du projet sur les chiroptères est considéré comme modéré. Il nécessite la mise en place de mesures spécifiques pour réduire ces effets négatifs potentiels.

Mesures proposées pour les chiroptères :

- **Avant toute opération de coupe d'arbres, il est prévu le passage d'un écologue pour vérifier la présence de chauve-souris dans les cavités des arbres.**

Chiroptérologue vérifiant une cavité (© BIOTOPE)

Une fois les autorisations données, sur la zone d'emprise, une inspection des arbres sera 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. Lors de cette inspection, il est prévu de :

  - Soulever toutes les écorces décollées quelques jours avant d'abattre l'arbre si celui-ci ne présente pas d'autres cavités arboricoles,
  - Attendre l'envolée des chiroptères pour la chasse au crépuscule et colmater le gîte avec un matériau solide,
  - Pour les arbres recouverts de lierre, il est recommandé d'enlever le lierre deux mois avant l'abattage de l'arbre.

- **Adaptation du calendrier des travaux** : Afin d'éviter la destruction d'espèce en hibernation, la période de décembre à février sera à éviter lors des déboisements. 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.

La mise en place de ces mesures d'évitement et de réduction sur le secteur d'aménagement de l'ouvrage 232 permet de limiter les impacts sur les chiroptères et ne remet pas en cause l'état de conservation du groupe

<u>Impacts concernant les oiseaux :</u>

L'ouvrage impacte des milieux boisés conduisant ainsi à une diminution des disponibilités en termes de territoire pour les oiseaux inféodées à ces milieux. Au total, 1 ha sera détruit ou dégradé par la

phase de chantier. Toutefois, le caractère boisé du Domaine de Saint-Cloud n'est pas remis en cause par le projet. Le Domaine possède de nombreuses zones de report pour les espèces inféodées à ces milieux. La présence de vieux arbres, parfois à cavité sur le secteur d'aménagement impacte plus spécifiquement le groupe des pics qui affectionne particulièrement les arbres à cavités. Cependant ce groupe présente un enjeu de conservation faible à l'échelle du site.

Au regard des activités humaines présentes au sein du parc, les dérangements pour les oiseaux sont déjà présents en partie. Les travaux accentueront toutefois la fréquentation des engins de chantier sur le site impliquant potentiellement des dérangements lors des périodes de reproduction. La période de nidification s'avère être une période critique pour les œufs et les nichées puisqu'ils sont particulièrement exposés.

Comme plusieurs espèces sont susceptibles de nicher sur les milieux boisés sur le secteur d'aménagement et aux abords des passages d'engins, il convient de s'assurer qu'aucun travaux ne viendra perturber la reproduction. Par ailleurs comme les espèces présentes sur le parc sont relativement communes, elles ne constituent qu'un enjeu faible de conservation.

De fait l'impact sur le cortège d'espèces liées aux milieux boisés (effet direct, indirect, permanent, à court terme) est donc considéré comme faible.

Mesure proposées pour les oiseaux :

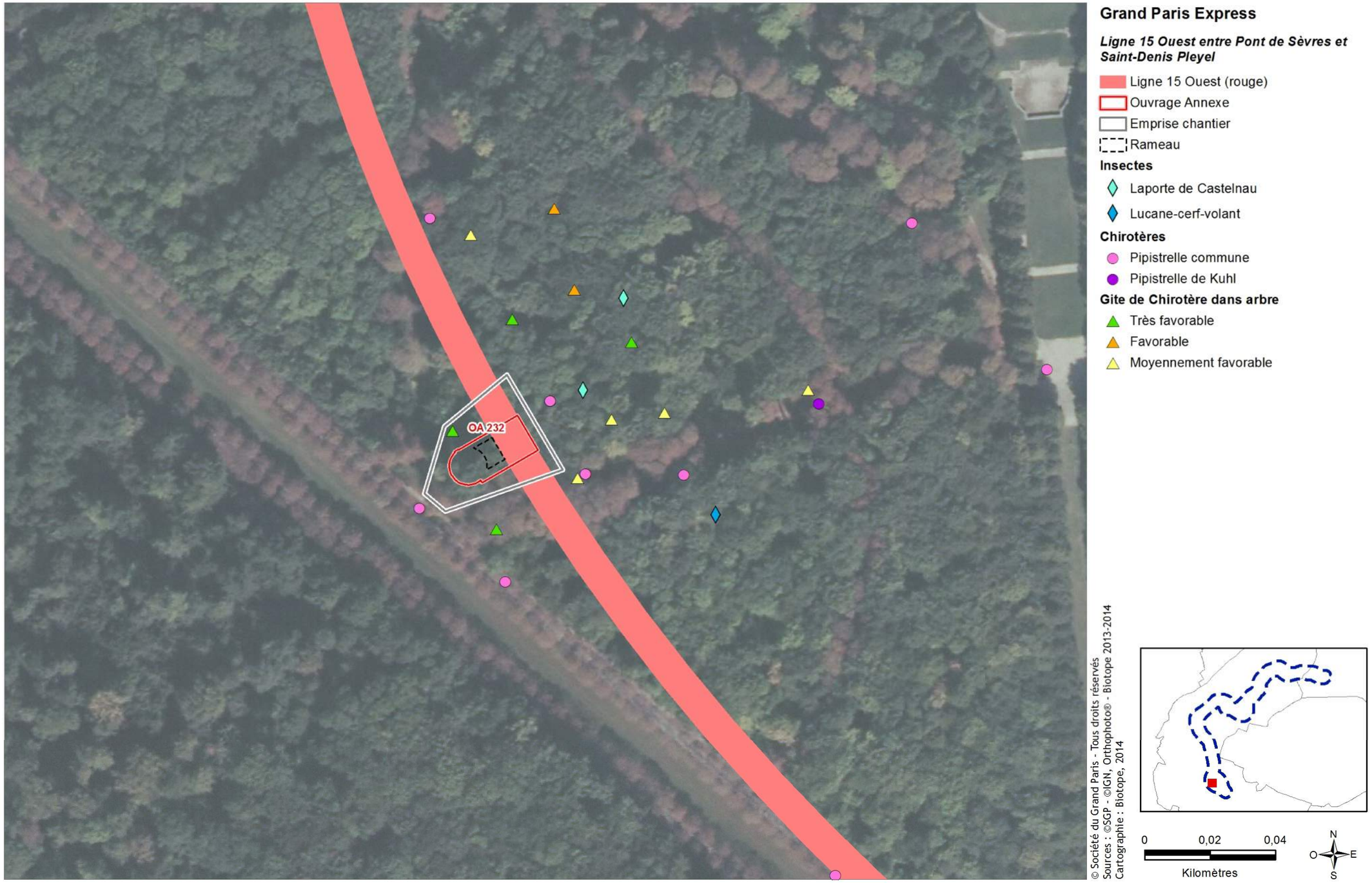
- **Adapter le calendrier des travaux** : Afin d'éviter la destruction des nids, le démarrage de la phase de travaux (et notamment les défrichements) sera réalisé hors saison de reproduction des oiseaux (présence de Pics sur le site et notamment du Pic vert) sur les habitats boisés. Les opérations de déboisement/défrichement pourront se réaliser entre octobre et janvier afin d'éviter l'installation des nids. Ainsi, pendant les travaux, le risque de destruction des nichées sera nul.
- **Identifier les nids au commencer des travaux (passage d'un écologue)** : Le passage d'un écologue avant le début des travaux permettra de vérifier l'absence de nidification. Ce passage d'écologue permettra également de vérifier l'absence de cavités susceptibles d'abriter des pics sur les arbres à abattre avant toute opération de défrichement.

La mise en place de ces mesures sur le secteur d'aménagement de l'ouvrage 232 permet d'éviter les impacts sur les oiseaux et ne remet pas en cause l'état de conservation du groupe.

<u>Impacts concernant les mammifères :</u>

Deux espèces protégées sont connus du Domaine National de Saint-Cloud : l'Écureuil roux et le Hérisson d'Europe. Communes et globalement ubiquistes, ces espèces peuvent s'accommoder des milieux de natures variées et disposent de milieux boisés favorables dans l'environnement proche du projet. **L'impact est qualifié de négligeable pour ce groupe. En ce sens aucune mesure n'est proposée puisque l'état de conservation des espèces n'est pas remis en cause.**

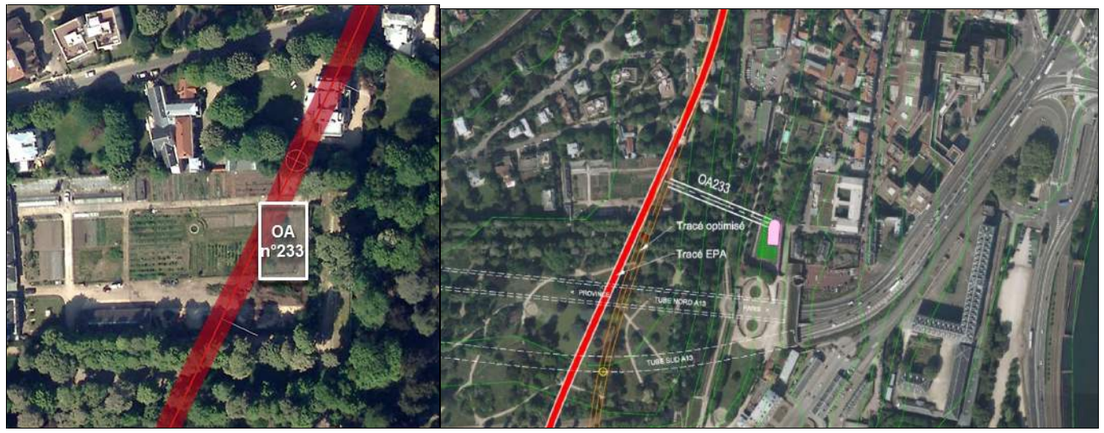
Localisation du secteur d'aménagement de l'OA 232 (vertical) et localisation des zones pour les insectes et les chiroptères



S'agissant de l'ouvrage 233 :

Cet ouvrage fait l'objet à ce stade d'avancement des études, de deux possibilités d'implantation selon la méthode constructive retenue.

La solution verticale au droit du tunnel prévoit une implantation au niveau d'une zone technique du Domaine national de Saint-Cloud, dite des serres du Trocadéro. La solution horizontale prévoit une implantation au niveau d'une des entrées piétonnes du Domaine.



Implantation de l'ouvrage annexe : solution ouvrage vertical à gauche et solution horizontale à droite

Impacts concernant les amphibiens :

Le secteur de la zone technique (ouvrage vertical) comprend la présence d'amphibiens, au niveau de bassins existants. Trois espèces d'amphibiens ont été inventoriés suite aux expertises de terrain : l'Alyte accoucheur dans le parc de Montretout et sur l'allée de la Carrière, le Crapaud commun sur les bassins des Trois bouillons et Saint-Jean et le Triton Palmé sur le bassin des Chiens.

Au niveau de ce secteur d'aménagement, le réseau de bassins présente un intérêt pour une espèce d'amphibien : l'Alyte accoucheur, espèce protégée au titre de ses individus et ses habitats. Seuls des têtards ont été observés sur le parc de Montretout en 2013. En 2014, les expertises montrent que l'espèce est également présente dans les bassins près de « l'Allée de la Carrière » ce qui souligne une expansion des habitats de l'espèce. Les habitats de reproduction utilisés pour la reproduction sur le parc de Montretout sont typiquement des zones humides permanentes ou temporaires de type « bassin » qui sont alimentés artificiellement par un réseau de conduit d'eau.

Les habitats terrestres (hivernage et chasse) favorables rencontrés sur ce secteur restent limités aux zones arbustives et boisées, au niveau des vieux murs localisées aux abords des points d'eau et des zones humides, fournissant ainsi de nombreux micro-habitats refuges favorables aux amphibiens en dehors de la période de reproduction.

Habitat aquatique et terrestre de l'Alyte accoucheur au parc de Montretout – source : Société du Grand Paris, Biotope, 2013

Le secteur d'aménagement s'installe sur deux bassins d'eau de reproduction de l'Alyte accoucheur qui seront détruits par l'installation de l'ouvrage vertical. Le maintien de 8 bassins au niveau du parc permet d'ors et déjà de maintenir la population existante d'Alyte.

Les habitats terrestres de l'Alyte sur le secteur se présentent sous forme de talus, amas de pierres et de sables, dépôts de compost et affleurement rocheux près des murs. L'Alyte peut également se retrouver dans les talus qui longent l'extrémité est du parc. Par ailleurs, plus de 1 hectare d'habitat terrestre seront investis par l'emprise travaux.

Mesure d'évitement et de réduction

- **Dans la mesure du possible, les talus seront maintenus :** Les zones de talus végétalisé sont favorables à l'accueil de l'Alyte en phase terrestre pour l'hivernage et la chasse. Le maintien de ce micro-habitat refuge permettra de conserver une fonctionnalité du site après travaux notamment.

Haie à conserver en bordure est du secteur d'aménagement de l'ouvrage – source : Société du Grand Paris, Biotope, 2014

- **Capturer et déplacer les individus identifiés sur le secteur d'aménagement** : Un écologue sera chargé du déplacement des individus depuis les bassins impactés et les habitats terrestres balisés vers les nouveaux bassins et les bassins conservés. Les pontes seront ramassées à l'aide d'un seau ou d'une passoire. Les adultes et les pontes seront transférés dans la foulée de leur capture. Le transport entre le site de capture et le site d'accueil se fera à l'aide de seaux, fermés par un couvercle (pour les adultes notamment). Les individus capturés et les pontes prélevées seront relâchés dans les mares ou bassins préalablement créées. Cette opération de déplacement pourra s'effectuer entre février et avril après la mise en place des nouveaux bassins prévus dans la compensation ou vers les bassins déjà existants non impactés.

  Une fois les individus déplacés, le pompage des deux bassins impactés mettra à sec la zone de travaux et la rendra impropre à la reproduction des amphibiens.

- **Déplacement ou enlèvement de zone de refuge favorable à l'Alyte:** Le caractère pionnier de l'Alyte accoucheur implique une utilisation de terrains parfois accidentés et une large gamme de formations végétales ouvertes (vieux mur, talus, amas de pierres aux abords de petites mares, carrières, affleurements rocheux, pelouses, prairies…). Ainsi, de la même manière que pour l'assèchement des bassins, un déplacement ou un enlèvement des éléments favorables à l'espèce en phase terrestre (tas de sable, blocs de pierre et autres micro-habitat laissé en stockage) sera réalisé durant l'été avant la métamorphose des têtards et le passage en phase terrestre pour l'hiver.

- **Mettre en place des barrières anti-retour** pour éviter la colonisation du secteur d'aménagement par les amphibiens. Une fois les individus déplacés hors du secteur d'aménagement, un balisage de l'emprise travaux sera effectué sous contrôle de l'écologue.

  Une clôture à mailles fines (type «treillis soudé à petite section»- maille 6,5 mm X 6,5 mm – hauteur : 50 cm avec rabat et système anti-retour) sera installée le long de l'emprise chantier. Ce dispositif permettra d'éviter les intrusions sur l'emprise chantier des amphibiens et de la petite faune par la même occasion. Le dispositif anti-retour est disposé de telle manière à ce que les amphibiens puissent sortir du site sans pouvoir y rentrer.

L'impact de l'ouvrage 233 (solution verticale) sur les habitats de l'Alyte et ses populations est considéré comme modéré à fort. La mise en place de ces mesures de réduction et de compensation sur le secteur d'aménagement de l'ouvrage 233 (vertical) permet de limiter les impacts sur les amphibiens et ne remet pas en cause l'état de conservation du groupe.

Des mesures de compensations pourront par ailleurs être prévues pour recréer à terme des zones d'habitat favorables aux amphibiens. Il pourra s'agir de bassins, ou de mares. Ce sujet sera traité en lien avec les gestionnaires du Domaine national de Saint-Cloud.

L'ouvrage horizontal, du fait de son implantation, n'entraine pas d'impact sur les amphibiens.

<u>Impacts concernant les reptiles :</u>

Les habitats du Lézard des murailles observés pourront être impactés. Le caractère ubiquiste de cette espèce et sa bonne capacité de recolonisation lui permettront de trouver des habitats de substitution à proximité de ceux impactés par le projet. **Au regard des capacités de déplacements de l'espèce, l'effet par destruction d'individus de Lézard des murailles (effet direct, permanent, à court terme) est considéré comme faible et les simples mesures suivantes permettront de limiter majoritairement cet impact.**

Mesures prévues pour les reptiles :

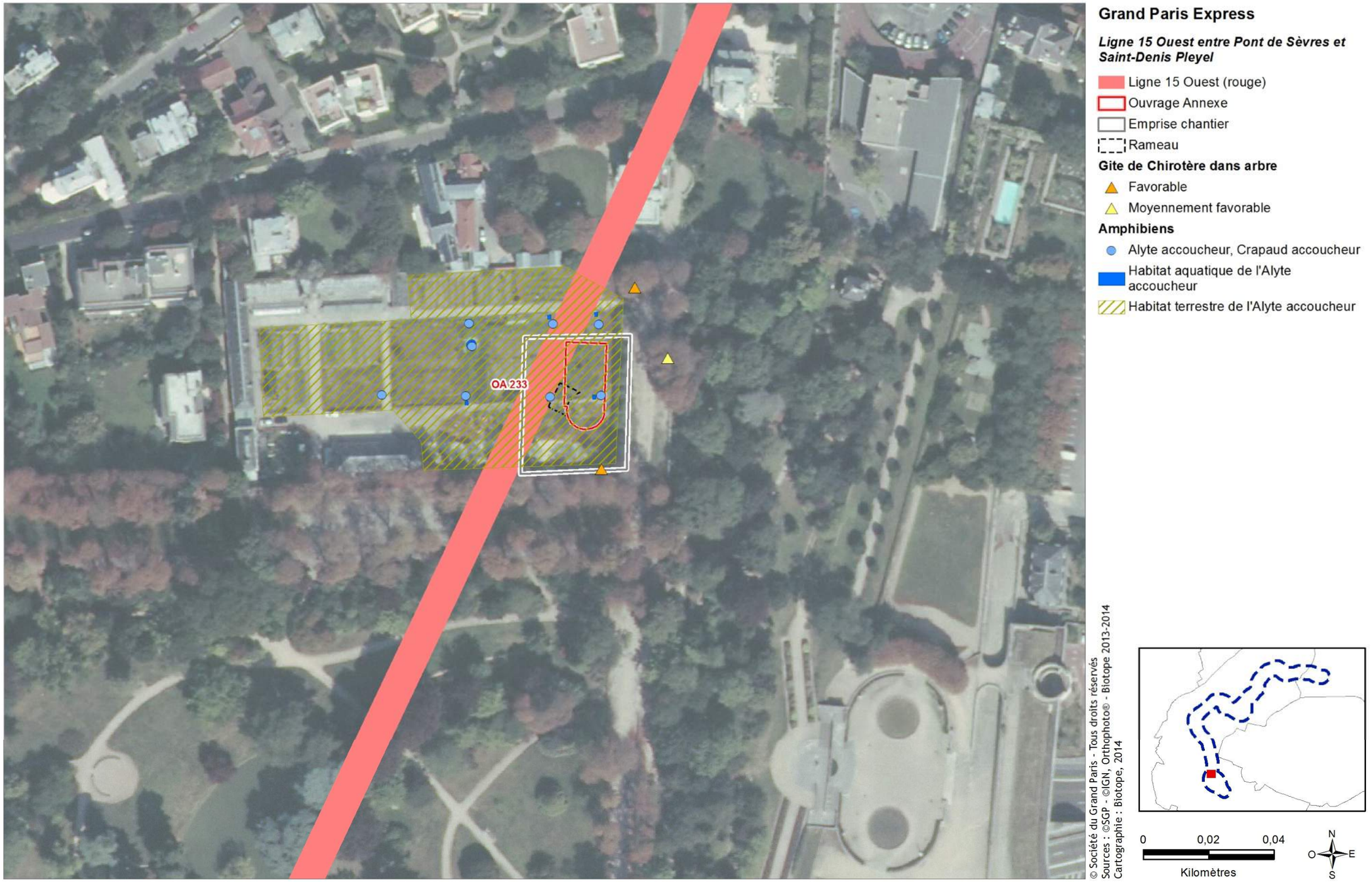
- **Enlever les refuges pour le Lézard des murailles dans le secteur d'aménagement** : Des individus de Lézard des murailles ont été identifiés au sein du secteur d'aménagement au niveau des murets bétonnés et des tas de pierre ensoleillés. Afin d'éviter la destruction d'individus en phase travaux, un déplacement ou à un enlèvement des éléments favorables à l'espèce (gravats, blocs,…) sera réalisé en fin d'été (période d'activité des animaux, mais reproduction terminée). Cette mesure permettra aux individus de se répartir sur les espaces favorables alentours sans impacter les phases sensibles (œufs, jeunes, individus en léthargie).

  L'identification des habitats favorables à l'espèce sera réalisée par un écologue.

- **Créer des caches de substitution pour le Lézard des murailles :** Par ailleurs, la mise en place de caches de substitution sera réalisée de manière à attirer les individus en dehors de l'emprise des travaux. Ces caches seront placées dans des endroits propices à l'accueil de l'espèce. Un écologue sera en charge de l'accompagnement pour la mise en œuvre de cette mesure.

La mise en place de ces mesures sur le secteur d'aménagement de l'ouvrage 233 permet d'éviter et de réduire les impacts sur les reptiles et ne remet pas en cause l'état de conservation du groupe.

Localisation du secteur d'aménagement de l'OA 233 (vertical) et localisation des zones pour les amphibiens et les chiroptères



S'agissant des impacts indirects liés à l'évacuation des déblais issus des phases de creusement des ouvrages annexes 232 et 233 :

La gestion et l'évacuation des déblais représentent un enjeu majeur pour la réalisation des ouvrages, au vu du contexte du Domaine national de Saint-Cloud.

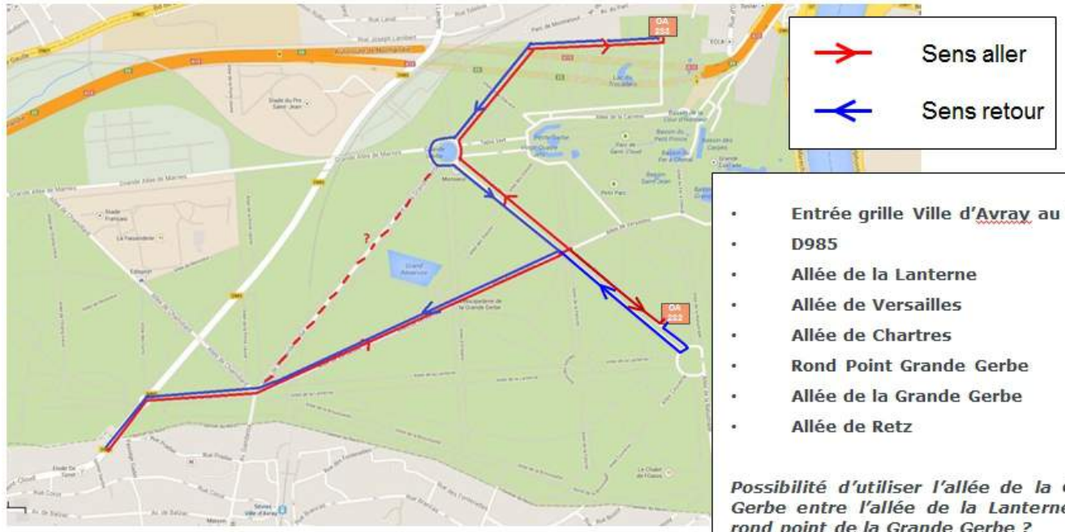
En l'état d'avancement des études, le creusement des 2 ouvrages (232 et 233) nécessitera le passage de moins d'une dizaine de camions par jour par ouvrage pendant environ 4-5 mois.

À ce stade des études, le choix des itinéraires n'est pas encore finalisé. Ce choix sera fait en concertation avec le gestionnaire du Domaine national de Saint-Cloud et les collectivités locales concernées, afin de s'assurer du choix le plus pertinent pour éviter les nuisances pour les usagers du parc.

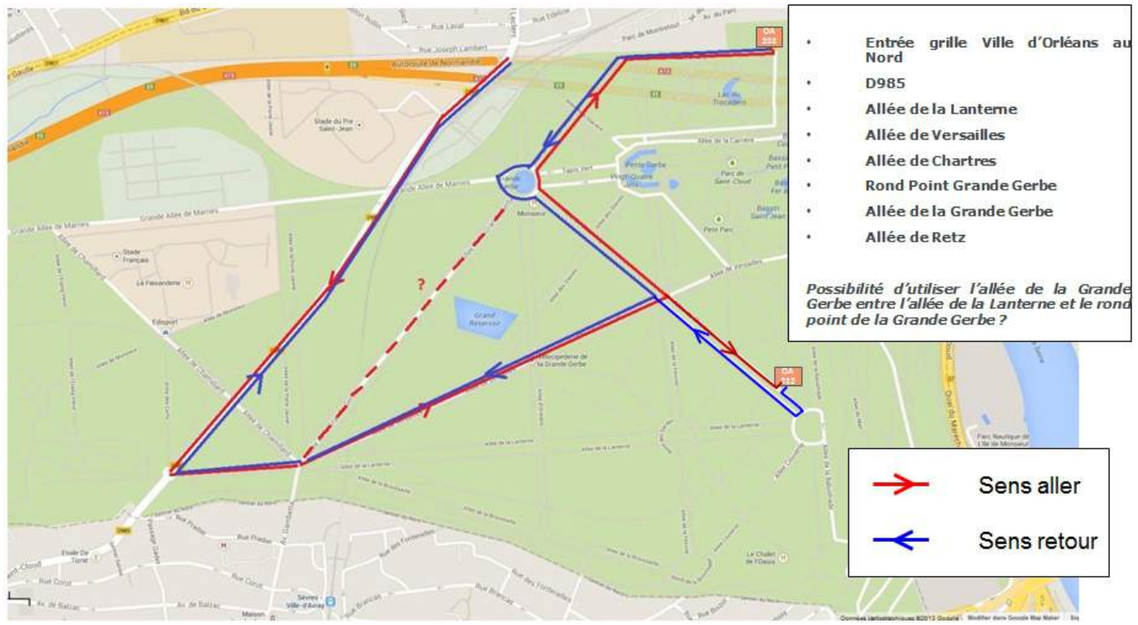
Il est néanmoins possible de présenter quelques possibilités d'itinéraires étudiées par la Société du Grand Paris.

S'agissant des itinéraires avec le scénarios de galeries verticales pour les ouvrages 232 et 233 :

Itinéraire n°1 via la grille de ville d'Avray :



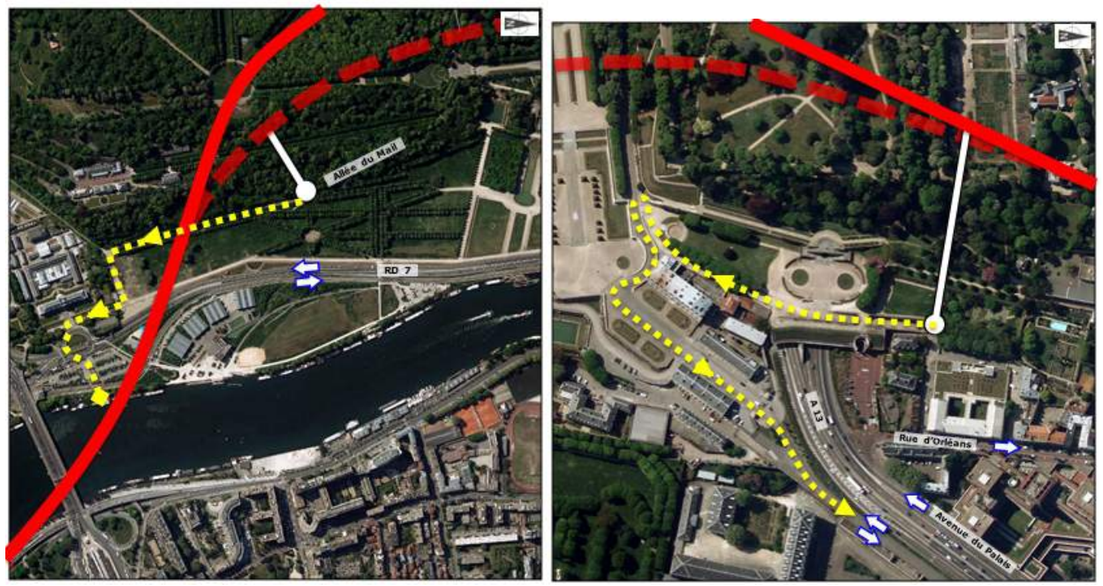
Itinéraire n°2 via la grille d'Orléans :



Les réflexions conjointes avec le domaine de Saint-Cloud se poursuivent pour ajuster l'insertion et la configuration des deux ouvrages concernés (« OA 232 » et « OA 233 »), en lien avec le tracé du tunnel, en vue de réduire autant que possible les contraintes liées à la position des émergences au sein du parc ainsi qu'à la phase de réalisation (problématiques d'accessibilité aux chantiers et d'évacuation des déblais). La faisabilité d'une solution technique de réalisation de ces deux ouvrages en galerie, pouvant permettre de déporter les émergences par rapport au tracé du tunnel, est notamment examinée, compte tenu des enjeux environnementaux et des enjeux d'usage du site.

Plusieurs accès sont actuellement à l'étude pour la suite du projet : entrée par la grille de Ville d'Avray, par un accès par la porte la grille d'Orléans, la grille d'Honneur, la porte du Mail ou la Grille de Sèvres via des cheminements existants. Dans les deux cas ces deux itinéraires permettent d'éviter le nord est du Domaine et le réseau dense de bassins et points d'eau favorables à la reproduction des amphibiens. Cela a pour avantage de conserver un réseau fonctionnel pour les amphibiens entre leur habitat de reproduction et leur habitat terrestre.

S'agissant des itinéraires avec le scénarios de galeries horizontales pour les ouvrages 232 et 233 :



Itinéraires d'évacuation des déblais liés au creusement des ouvrages annexes (ouvrage horizontal 232à gauche, ouvrage horizontal 233 à droite)

La circulation temporaire des camions dans le Domaine national de Saint-Cloud ne remet pas en cause les enjeux écologiques du site. Ils n'entrainent pas d'impact sur les habitats de la biodiversité, et ne sont pas de nature à impacter les fonctionnalités écologiques des espèces.

Les impacts indirects liés à l'évacuation des déblais sont considérés comme faibles au vu des enjeux. Néanmoins, une attention particulière sera portée sur le choix des itinéraires afin de retenir les solutions faisables au vu des contraintes du projet, qui prennent en compte l'écologique et la réduction des nuisances pour les usages du parc.

3.9.2.3 Secteur du Jardin des Tourneroches (ouvrage annexe 241)

Le projet prévoit l'implantation d'un ouvrage annexe, dans la partie Sud-Est du Jardin des Tourneroches.

Ouvrage annexe dans la partie Sud-Est du Jardin des Tourneroches

Le secteur d'aménagement de l'ouvrage se situe à l'extrémité sud-est du jardin des Tourneroches afin d'avoir le moins d'impacts possible et au plus près de la rue du Mont Valérien. Le tracé a pu être adapté afin d'obtenir un rameau optimal.

Milieux boisés et cheminement du jardin des Tourneroches aux abords du secteur d'aménagement de l'ouvrage 242 (source : Biotope, 2014)

<u>Impacts concernant les oiseaux :</u>

Le jardin des Tourneroches accueille 18 espèces d'oiseaux dont 14 sont protégés. Les zones boisées et les bosquets offrent des habitats favorables à différentes espèces d'oiseaux typique des parcs et jardins.

La partie sud-est du site est concernée par le secteur d'aménagement qui s'inscrit sur une surface boisée d'environ 0,1 hectare soit environ 5% de la surface boisée du jardin. La possibilité de report sur les boisements du jardin étant largement possible, seul l'impact sur les individus nicheurs est potentiel.

L'impact du projet sur les oiseaux est considéré comme modéré.

Mesures d'évitement et de réduction

- **Adapter le calendrier des travaux** : Afin d'éviter la destruction des nids, le démarrage de la phase de travaux (et notamment les défrichements) sera réalisé hors saison de reproduction des oiseaux (présence de Pics sur le site et notamment du Pic vert et Pic Epeiche) sur les habitats boisés. Les opérations de déboisement/défrichement pourront se réaliser entre octobre et janvier afin d'éviter l'installation des nids. Ainsi, pendant les travaux, le risque de destruction des nichées sera réduit.

- **Identification de la présence de nids par un écologue en amont du chantier** : Le passage d'un écologue avant le début des travaux sera réalisé pour vérifier l'absence de nidification. Ce passage d'écologue permettra également de vérifier l'absence de cavités susceptibles d'abriter des pics sur les arbres à abattre avant toute opération de défrichement.

La mise en place de ces mesures sur le secteur d'aménagement de l'ouvrage 233 permet d'éviter et de réduire les impacts sur les oiseaux et ne remet pas en cause l'état de conservation du groupe.

3.9.2.4 Secteur du parc Nelson Mandela (aménagement de la Gare Nanterre La Folie)

La gare Nanterre La Folie est intégrée au quartier des Groues. L'aménagement de la gare implique la démolition de certains entrepôts. L'emprise chantier sera mutualisée en partie avec le chantier de l'arrière-gare provisoire et la tranchée couverte. Cette arrière-gare s'installe sur une zone de friche industrielle jusqu'au parc Neslon Mandela (également connu sous le nom de Carré Saint-Lô).

Suite à l'aménagement récent, le parc présente une végétation encore jeune et peu développée. Cela limite la présence d'habitat favorable à la faune et la flore.

Les grand murs de pierre sèche et le bassin offrent toutefois des habitats intéressants pour les groupes des amphibiens et des reptiles.

Bassin et pelouse du parc Nelson Mandela – source : Société du Grand Paris, Biotope, 2014

Le parc présente de faible potentialité d'accueil de la faune et de la flore du fait de l'aménagement récent du site. Les expertises de terrain ont mis en avant la présence de 5 espèces d'oiseaux dont 3 sont protégées à l'échelle nationale. Ces trois espèces (Mésange charbonnière, Moineau domestique et Rougequeue noir) sont des nicheuses communes en Ile-de-France. L'enjeu de conservation est faible et l'impact sur ces populations d'oiseaux semblent négligeable au regard de la faible emprise de l'aménagement provisoire (moins de 50m²).

Mesure d'évitement et de réduction

- **Eviter la destruction d'individus par adaptation du calendrier de travaux :** Le respect d'un calendrier de travaux hors période de nidification suffit à éviter et réduire l'impact sur ces populations d'oiseaux :

Impacts concernant les reptiles :

Le parc présente des potentialités d'accueil du Lézard des murailles, espèce protégée à l'échelle nationale. Le caractère ubiquiste de l'espèce et sa grande capacité de déplacement font que la mise en place de mesures simples peu réduire l'impact de manière significative.

Mesure d'évitement et de réduction

- **Éviter la destruction d'individus par adaptation du calendrier de travaux,**

- **Enlèvement de refuges pour le Lézard des murailles** dans le secteur d'aménagement.

La mise en place de ces mesures sur le secteur d'aménagement de l'arrière gare de Nanterre-la-Folie permet d'éviter et de réduire les impacts sur les reptiles et ne remet pas en cause l'état de conservation du groupe.

3.9.2.5 Secteur de la coulée verte Missak-Manouchian à Gennevilliers (ouvrage annexe 312)

Cet ouvrage est inséré sur la coulée verte de l'allée Missak-Manouchian à Gennevilliers. L'emplacement de l'ouvrage a été disposé sur un secteur végétalisé afin de ne pas impacter les allées adjacentes.

Cette coulée verte est considérée comme une continuité écologique d'intérêt en contexte urbain. Il s'agit d'une continuité de milieux ouverts favorables aux insectes et au cortège d'oiseaux des parcs et jardins. L'impact sur ces groupes se limite à une diminution de l'habitat type de pelouses rases sur environ à 0,1 ha.

Coulée verte de l'allée Missak-Manouchian (Source : Gennevilliers tourisme)

Mesure de réduction de l'impact sur la continuité verte de Gennevilliers

- **La mise en place d'une gestion différenciée est envisagée sur ce secteur d'aménagement** afin de retrouver une fonctionnalité écologique après les travaux pour les espèces inféodés aux milieux ouverts. Un fauchage tardif permettra de laisser pousser la végétation par patch à l'image du traitement déjà entrepris en partie sur cette coulée verte. Des zones de prairies fleuries et friches prairiales seront dont valorisées par cette gestion.

La construction de l'ouvrage 312 ne remet pas en cause la continuité écologique d'intérêt en contexte urbain identifiée par le SRCE dans le volet spécifique à la Petite Couronne.

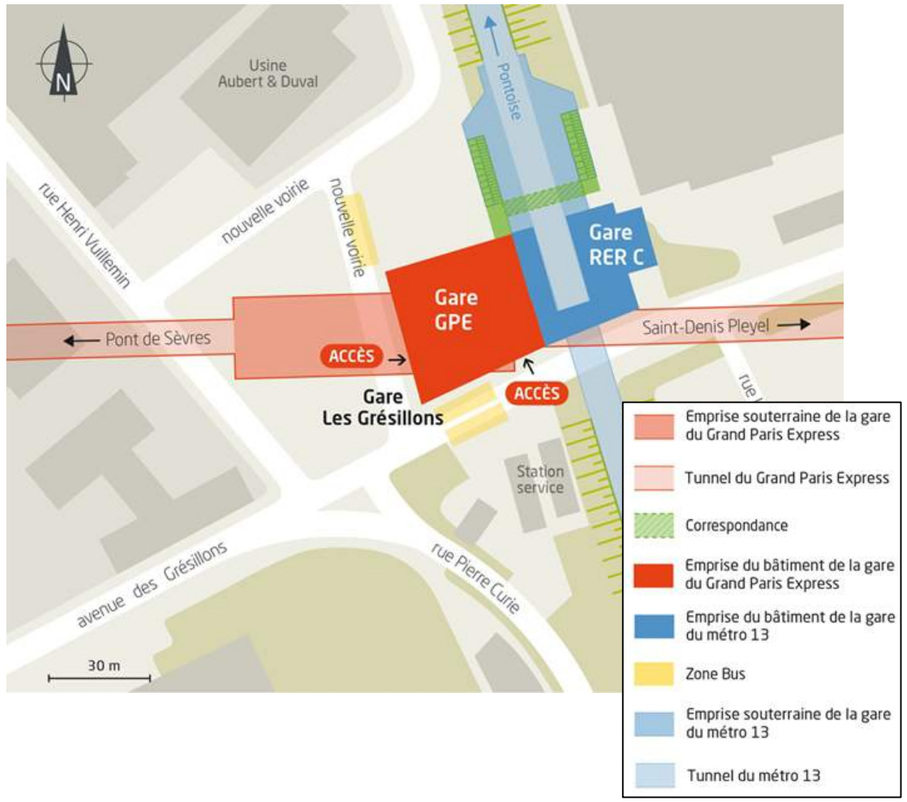
3.9.2.6 Talus ferroviaire (aménagement de la Gare des Grésillons)

Le secteur d'aménagement de la gare s'insère sur la commune de Gennevilliers à l'intersection de l'avenue des Grésillons et de la rue Henri Vuillemin.

L'emprise de la gare des Grésillons et du chantier se situe au niveau d'une zone actuellement imperméabilisée, avec un passé d'activités et d'industries. Le secteur d'aménagement de la gare s'insère à proximité de l'Espace Naturel Sensible « Talus RER C des Chanterraines à Asnières ».

Un second passage piétons est prévu sous les voies du RER C pour permettre un accès facilité des voyageurs entre la gare du Grand Paris Express et les quais du RER C. La création de cette correspondance nécessite d'impacter une partie restreinte du talus. Le graphique ci-dessous permet de comprendre les éléments de la gare, sa partie souterraine, l'émergence de la gare, la correspondance avec la gare existante du RER C.

Projet de la gare des Grésillons



L'état initial réalisé a permis l'identifier deux enjeux potentiels écologiques, liés à la présence d'oiseaux et de reptiles.

Impacts concernant les oiseaux

Les expertises de terrain ont mis en avant la présence de 5 espèces d'oiseaux dont 3 sont protégées à l'échelle nationale. Ces trois espèces (Mésange charbonnière, Moineau domestique et Rougequeue noir) sont des nicheuses communes en Ile-de-France. L'enjeu de conservation est faible et l'impact sur ces populations d'oiseaux semblent négligeable au regard de la faible emprise de l'aménagement provisoire qui empiète qu'en partie sur les habitats naturels. Le respect d'un calendrier de travaux hors période de nidification suffit à réduire l'impact sur ces populations d'oiseaux.

Mesure d'évitement et de réduction

- **Éviter la destruction d'individus par adaptation du calendrier de travaux.**

La mise en place de ces mesures sur le secteur d'aménagement de la gare des Grésillons permet d'éviter et de réduire les impacts sur les oiseaux et ne remet pas en cause l'état de conservation du groupe.

Impacts concernant les reptiles

Le talus présente des potentialités d'accueil du Lézard des murailles, espèce protégée à l'échelle nationale. Le caractère ubiquiste de l'espèce et sa grande capacité de déplacement font que la mise en place de mesures simples peu réduire l'impact de manière significative.

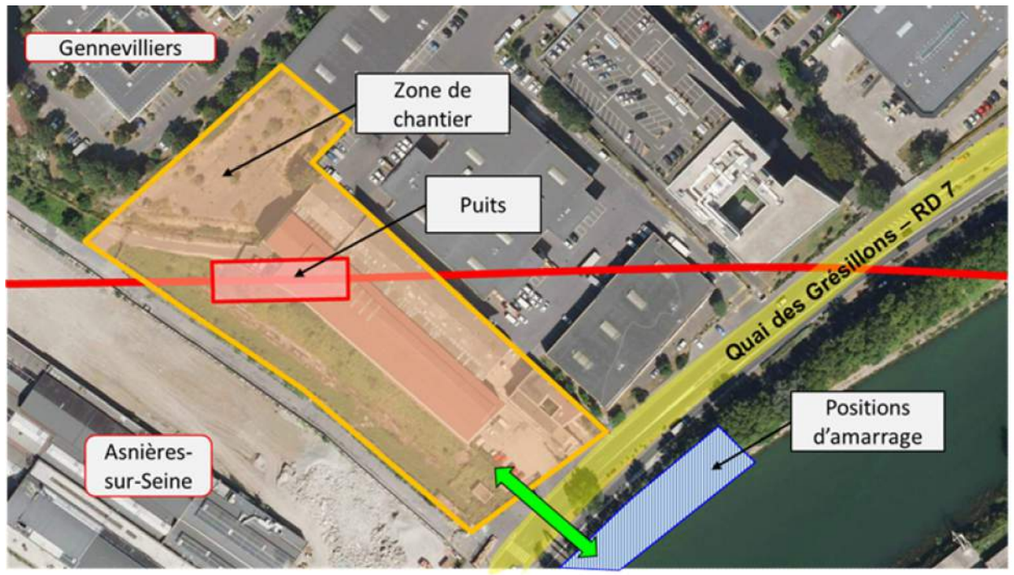
Mesures d'évitement et de réduction

- **Réduire la destruction d'individus par adaptation du calendrier de travaux.**
- **Enlèvement de refuges pour le Lézard des murailles** dans le secteur d'aménagement.

La mise en place de ces mesures sur le secteur d'aménagement de la gare des Grésillons permet d'éviter et de réduire les impacts sur les reptiles et ne remet pas en cause l'état de conservation du groupe

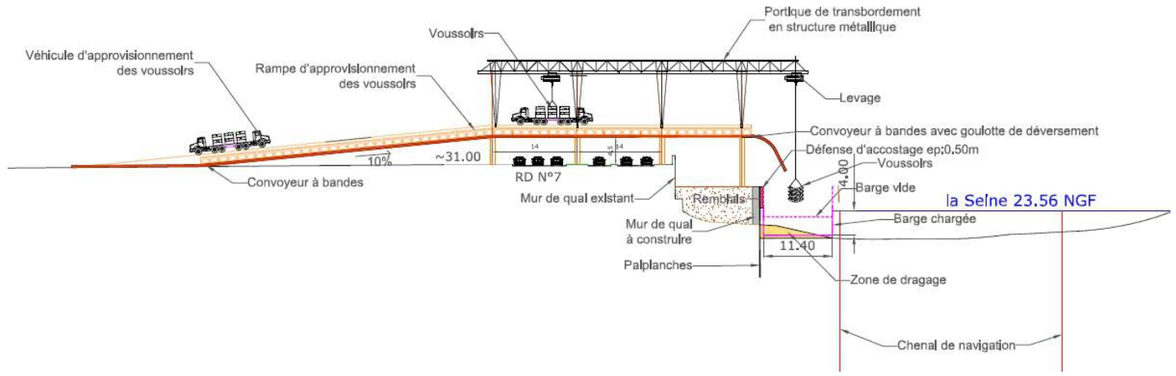
3.9.2.7 Zone des berges de la Seine (aménagement de la zone de chantier des Caboeufs et évacuation des déblais par la voie fluviale)

Le secteur d'aménagement de cet ouvrage s'installe dans une zone industrielle en bord de Seine. Compte tenu de la proximité de ce puits d'attaque de tunnelier avec la Seine, une évacuation des déblais peut être réalisée par voie fluviale. Des installations spécifiques sont à mettre en œuvre pour relier le chantier à la Seine et permettre l'accueil et le chargement de barges de différentes tailles. Le projet prévoit une installation provisoire sur les berges existantes pour permettre l'amarrage des bateaux.



Projet d'implantation du puits de départ du tunnelier et des aménagements pour assurer une évacuation fluviale

Le projet prévoit des aménagements légers, de type Duc d'Albe pour limiter les impacts sur la Seine et sur les berges.



Installation de l'emprise chantier des Caboeufs (source : Société du Grand Paris)

Impacts sur la végétations aquatiques et les zones frayères :

Les impacts sur les milieux aquatiques sont moindres du fait de la faible représentativité et de la moindre qualité des habitats présents sur le secteur d'aménagement. En effet, le secteur d'aménagement s'installe sur des zones de palplanches avec une faible proportion de végétation aquatique identifiée lors des prospections de 2014.

Palplanches : Présence de quelques enrochements libres au pied du bosquet d'arbres (Source : Société du Grand Paris -Biotope, 2014)

L'installation de la base chantier en bord de Seine peut avoir diverses conséquences directes sur les berges, les habitats aquatiques et la qualité physico-chimique des eaux de la Seine : la destruction de frayères, le risque de pollution des eaux liée à la présence d'engins de chantier est aléatoire et difficilement quantifiable, la perte de matériaux lors des travaux de terrassements et de transvasements des terres des fonds de fouilles vers les barges sont également envisageables.

Mesures prévues concernant la zone des berges :

- **Mesure d'évitement du risque de pollution accidentelle par les eaux de ruissellements et les eaux usées**

Pour éviter les pollutions accidentelles, les contaminants et sources de pollution au sein des bases chantier seront éloignés au maximum de la Seine afin de limiter le risque de contamination directe par ruissellement des eaux superficielles. Les installations sont prévues sur l'emprise chantier au niveau de la zone industrielle, et non en bord de Seine. Le traitement des eaux de ruissellements, chargées en boue (terrassement, passage engins), en hydrocarbures (déviation des voies sur berges sur l'estacade) devra également être réalisé afin de ne pas rejeter directement en Seine. Les bases chantiers seront étanchéifiées couplé à un système de récupération des eaux qui débouchera sur un bassin de décantation. Ces eaux, une fois stockées et traitées, seront rejetées dans les réseaux collectifs/ acheminées par camions citernes en centre de traitement.

Les grilles et avaloirs pour réception des eaux de ruissellement des voies et parkings, ou d'assèchement des fouilles, seront conçus avec une décantation suffisante et un système de siphonage pour éviter les déchets légers ne soient entraînés dans les réseaux publics

L'entreprise aura à charge la surveillance des conditions de stockage et de manipulation des produits toxiques et potentiellement dangereux. Un suivi attentif en phase chantier permettra de s'assurer du bon respect de ces mesures. **Suite à la mise en place de dispositifs de précautions et de limitation des pollutions, l'impact sur la faune piscicole et les habitats aquatiques est jugé comme faible.**

Mesures proposées pour ce secteur :

- **Mesure d'évitement du risque de déchets flottants :** Les chantiers sont à l'origine de déchets qui peuvent accidentellement être déversé en Seine et créer une pollution flottante (plastiques, bois, etc).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 agrées.

  Des barrages flottants pourront être implantés autour des zones de travail. Ils permettront de récupérer les déchets flottants qui seront ensuite 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.

- **Mesure d'évitement de chute de matériaux dans la Seine :** Dans l'objectif de limiter la chute de matériaux dans la Seine, lors du transfert entre la berge et les barges, des parapets métalliques et des filets à maille très fines (laissant passer la lumière) faisant le lien entre la berge et la barge limiteront la chute en Seine.

  De plus, dans la Seine, des barrages anti-MES seront disposés autour de la zone de chargement en barge pour limiter les risques de dispersion des sédiments. Ces barrages seront déplacés au gré de l'avancement du chantier si nécessaire.

- **Mesure de réduction de l'impact des opérations de dragage éventuelles :** Au regard du contexte local fortement marqué par les activités humaines, les dérangements sont déjà en partie existants pour la faune piscicole. Les travaux accentueront la fréquentation au niveau des emprises chantier (utilisation et circulation d'engins de chantier sur l'aire d'étude) et par conséquent le dérangement en période de reproduction.

Les dragages d'entretien, en maintenant une profondeur constante, ne modifient pas significativement la bathymétrie des zones draguées et n'entraînent pas de changement notable de la nature des fonds à long terme ; à la différence des dragages de fond liés à des travaux neufs, qui ont par contre un effet beaucoup plus marqué sur les composantes du milieu. L'ensemble des travaux entrainera la suppression de milieux benthiques probablement peu diversifiés. La fréquence de ce dragage sera précisé dans la réalisation du dossier loi sur l'eau afin d'évaluer au plus près l'impact sur la végétation aquatique et la faune piscicole.

Les opérations de dragages éventuels, source de vibration et dérangement seront effectués en dehors de périodes de frai. Les matériaux dragués seront évacués sur la base du Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais. Ce schéma garantie une parfaite cohérence entre les filières de gestion proposées et la réglementation en vigueur.

D'après les études préliminaires approfondies, un dragage sera réalisé en fonction des données bathymétriques afin de permettre le stationnement des barges au niveau de l'estacade et des positions d'attente en rive gauche.

<u>Description des impacts indirects :</u>

L'impact de la navigation sur les habitats de vie des poissons sur le secteur de la zone d'emprise chantier des Caboeufs sera plus limité. L'effet de batillage est déjà important actuellement du fait de la navigation. Dans la mesure où les aménagements anthropiques (quais) qui permettent de protéger les zones de frayères relictuelles de l'effet du batillage sont conservés, l'impact est jugé faible.

L'augmentation du trafic sur la faune piscicole présente à proximité n'aura pas d'impact.

3.9.3 Impacts et mesures spécifiques en phase d'exploitation

En phase d'exploitation, les effets potentiels du projet sur les milieux naturels sont limités. Les ouvrages ne présentent pas de nuisances susceptibles de perturber les espèces et les milieux présents. Les éléments présentés ci-dessous distinguent d'une part les effets potentiels liés à l'exploitation des gares, et d'autre parti liés au fonctionnement des ouvrages de sécurité.

3.9.3.1 Les impacts et mesures liés à l'exploitation des gares

L'exploitation du futur métro n'entrainera pas de nuisances particulières vers l'extérieur, et notamment pour la biodiversité.

Les gares sont projetées au sein d'espaces urbanisés en connexion avec le réseau routier et ferré existant. Si une augmentation de la fréquentation est attendue, elle n'entrainera pas une augmentation de la fréquentation des espaces écologiques sensibles présents sur le territoire.

L'exploitation des gares n'entrainera pas de nuisances susceptibles de perturber les milieux naturels et les espèces faunistiques.

En phase d'exploitation, les gares ne présentent pas d'impact sur les milieux naturels.

3.9.3.2 Les impacts et mesures liés à l'exploitation des ouvrages de sécurité

Les ouvrages de sécurité (figure suivante) disposés tous les 800 mètres le long du tracé assurent deux fonctions principales :

- Assurer la bonne ventilation du tunnel en exploitation normale et assurer le désenfumage en cas exceptionnel d'accident ;

- Permettre l'arrivée des secours dans le tunnel, et assurer une évacuation des usagers en cas exceptionnel d'accident.

En phase normale d'exploitation, les nuisances sont limitées au niveau de l'ouvrage de sécurité. Des échanges d'air sont effectués avec l'extérieur.

S'agissant du cas particulier de l'ouvrage 233 au sein du Domaine National de Saint-Cloud, l'ouvrage permanent intégrera la problématique de la présence de petite faune (amphibiens, reptiles, mammifères).

<u>Mesures d'évitement et de réduction</u>

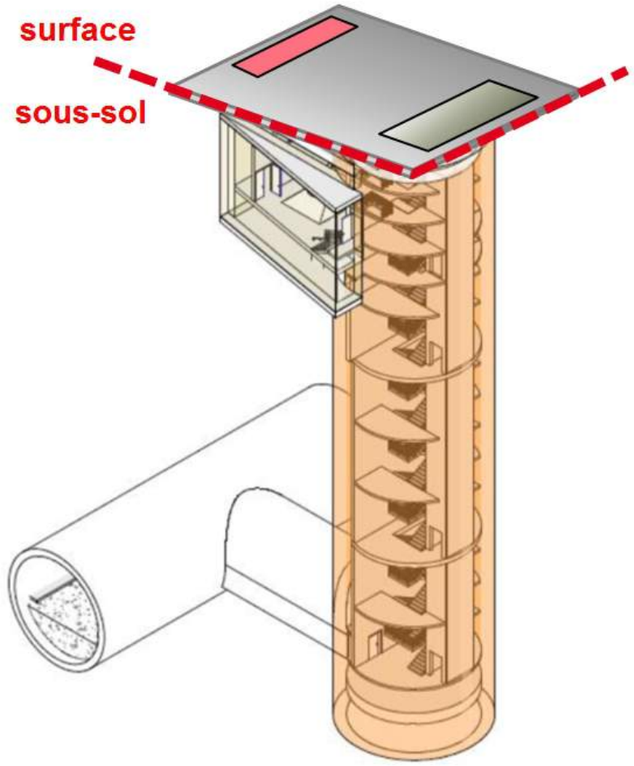
- Des **dispositifs de mise en défense** seront prévus lors du réaménagement du site afin d'éviter la destruction d'individus en phase d'exploitation dans le Domaine National de Saint-Cloud.

Ces dispositifs de barrières ou de grille à maille fine (6,5 mm X 6,5 mm –hauteur : 50 cm avec rabat) seront validés par le conservateur du Domaine.

- **Gestion de l'ouvrages** : Ces espaces constituent des refuges pour la faune et la flore dans la mesure où les interventions d'entretien sont adaptées à l'accomplissement des cycles biologiques des espèces animales et végétales.

En conclusion, l'exploitation des ouvrages de sécurité ne présente pas d'impact sur les milieux naturels.

Exemple d'ouvrage annexe - illustration donnée à titre indicatif



3.9.4 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant le milieu naturel

Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement en phase chantier et en phase d'exploitation – milieu naturel

Secteurs concernés	***Niveau d'enjeu***	***Caractéristiques et niveau de l'impact***	***Mesures mises en œuvre***	
		Impact direct	***Mesures d'évitement et de réduction spécifiques***	***Mesures générales***
Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule	<u>OA 232</u> Domaine national de Saint-Cloud – allée de Chartres	Flore Impact potentiel sur une station de Gagée des Champs	- Suivi de la station potentielle - Balisage de la station si avérée	**<u>Mesures d'évitement et de réduction</u>** - Formation du personnel de chantier - Éviter la prolifération d'espèces invasives - Remise en état du sol après travaux - Disposer de dispositifs pour contenir les polluants en cas d'accidents sur les chantiers - Adapter les calendriers de début travaux dans lorsque cela est possible - Installer des clôtures temporaires à la traversée de milieux naturels - Ne pas éclairer le chantier la nuit **<u>Mesure de compensation concernant les amphibiens</u>** **<u>Mesure de suivi</u>** - Suivi de chantier par un écologue
		Amphibiens Impacts sur les individus, les habitats terrestres et dérangement	- Cantonnement des itinéraires de chantier - Déplacement des individus - Mise en défens de la zone par un balisage	
		Oiseaux Impacts sur les habitats et dérangement	- Adaptation du calendrier travaux - Passage d'un écologue pour éviter la destruction de nids	
		Chiroptères Impacts sur les individus, les habitats et dérangement	- Précaution dans l'abatage d'arbres - Adaptation du calendrier travaux	
		Insectes saproxylique Impacts sur les individus, les habitats et dérangement	- Précautions dans l'abatage d'arbres - Conservation des arbres sénescents après coupe	
		Reptiles Impacts sur les individus, les habitats et dérangement	- Déplacement des individus - Mise en défens de la zone par un balisage	
	<u>OA 233</u> Domaine national de Saint-Cloud – parc de Montretout	Amphibiens Impacts sur les individus, les habitats et dérangement	- maintien d'une haie - déplacement d'individus - rendre la zone non favorable au groupe - mise en défens de la zone par un balisage <u>Mesure de compensation suite à un impact résiduel significatif</u> - réaménagement du parc de Montretout - recréation de bassins	
		Reptiles Impacts sur les individus, les habitats et dérangement	- rendre la zone non favorable au groupe - mise en place de cache de substitution pour le Lézard des Murailles	
	Jardin des Tourneroches	Oiseaux Impacts sur les habitats et dérangement	- Adaptation du calendrier travaux - Passage d'un écologue pour éviter la destruction de nids	

Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	Parc Nelson Mandela – Gare de Nanterre La Folie	Reptiles Impacts sur les individus, les habitats et dérangement	- Rendre la zone non favorable au groupe - Mise en place de cache de substitution pour le Lézard des Murailles	
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	Coulée verte de Gennevilliers	Continuités écologiques	- Mise en place d'une gestion différenciée	
	Talus SNCF Gare des Grésillons	Reptiles Impacts sur les individus, les habitats et dérangement	- Rendre la zone non favorable au groupe - Mise en place de cache de substitution pour le Lézard des Murailles	
		Oiseaux Impacts sur les habitats et dérangement	- Adaptation du calendrier travaux - passage d'un écologue pour éviter la destruction de nids	
	Berges de Seine quai des Caboeufs	Habitats aquatiques et frayères	- Base chantier étanchéifiée - Opérations d'entretien et le stockage d'éléments potentiellement polluant seront effectués loin de la Seine - Récupération des eaux sur le chantier dans des bassins de décantation - Dispositif de limitation de la pollution accidentelle	

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.9.5 Coûts liés aux mesures ERC

Coûts des mesures concernant la Faune, la flore et les habitats naturels

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***	
	Détails pratiques et financiers de la mesure et comment aires	***Estimation chiffrée des coûts***
Mesures spécifiques		
Formation obligatoire du personnel de chantier	A intégrer à la mission du Coordinateur environnemental	-
Eviter la prolifération d'espèces invasives	Décapage et mise en dépôt, ou évacuation de la terre végétale (sans traitement) : 3 à 4 euros le m3 Ensemencement d'espèces rustiques et locales : 1 à 2 euros le m²	Pas de données relatives aux volumes des déblais
Remise en état du sol après travaux	Reprise de terre végétale stockée : de 3 à 5 € par m3 Apport de terre végétale : de 10 à 18 € par m3 Remodelage, talutage : 4 à 6 euros par m3 Plantations : dépendant des essences sélectionnées	La plupart des infrastructures sont situées en contexte urbain Dépend du volume exporté
Suivi écologique du chantier	Mise en place d'un PRE (plan de Respect de l'Environnement) et SOPRE (Schéma Organisationnel du PRE), suivi en interne par le coordinateur et les correspondants environnement : à intégrer au Document de Consultation des Entreprises de travaux Suivi extérieur par un écologue : en fonction du chantier et des pics d'activité Coût jour d'un chargé d'étude : 580 €/j <u>Coût du suivi de chantier :</u> - Suivi en interne par le coordinateur et les correspondants environnement : à intégrer au cahier des charges des entreprises de travaux : coût approximatif : au minimum 50 000 € pour l'assistance à MOE lors de la planification du chantier et entre 10 à 20 k€ HT / an en sus des autres prestations de suivis - Suivi extérieur par un écologue : 900 € /j, deux visites par mois ou selon une fréquence adaptée aux risques potentiels des opérations à mener	Suivi écologue = 900 € /j
Installer systématiquement des clôtures temporaires étanches à la traversée de milieux naturels et élaboration d'un plan de lutte contre les pollutions accidentelles	- Bassin de décantation provisoire : 20 à 35 € par m² - Fossé provisoire de collecte : 2 à 3 € par ml - Imperméabilisation par géomembrane : 8 à 10 € par m²	S'agissant du plan de lutte contre les pollutions accidentelles, il convient de se référer à la partie milieu physique superficiel.
Adapter le calendrier des travaux	Pas de coût associé. Il convient de l'intégrer au plus tôt au programme de travaux et à la mission du maître d'œuvre lors de la planification du chantier.	A intégrer dans le programme de conception Pas de surcoût estimé si intégré suffisamment en amont des travaux
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.	-

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***	
	Détails pratiques et financiers de la mesure et comment aires	***Estimation chiffrée des coûts***
Mesures spécifiques		
Déplacement d'individus	En lien avec le suivi extérieur par un écologue : en fonction du chantier et des pics d'activité Coût jour d'un chargé d'étude : 580 €/j <u>Coût du suivi de chantier :</u> - Suivi en interne par le coordinateur et les correspondants environnement : à intégrer au cahier des charges des entreprises de travaux : coût approximatif : au minimum 50 000 € pour l'assistance à MOE lors de la planification du chantier et entre 10 à 20 k€ HT / an en sus des autres prestations de suivis - Suivi extérieur par un écologue : 900 € /j, deux visites par mois ou selon une fréquence adaptée aux risques potentiels des opérations à mener	Suivi écologue = 900 € /j
Rendre la zone de travaux peu attractive	A intégrer dans le programme de travaux	Pas de surcoût
Balisage de l'emprise du chantier	<u>Coût du balisage :</u> - Rubalise entre 15€ le rouleau de 500 m (rubalise simple) et 32€ 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	1 rouleau par emprise chantier minimum = 285 € Clôtures à mailles fines pour l'OA Jean Prouvé jusqu'au parc des Hautes Bruyères = 4500€
Précaution à prendre pour de l'abattage d'arbre	A réaliser dans le cadre du suivi de chantier par un écologue	Pas de surcoût estimé si intégré suffisamment en amont des travaux
Réaliser des caches de substitution pour la petite faune	Plaque à reptiles : 5€ / m²	Environ 4 plaques à reptiles par secteur d'aménagement concerné = 20 €
Recréation de bassins et remise en état des sols du parc de Montretout	Dépend du type de bassin ou mare choisi pour l'intégration paysagère du site – mesure à voir en concertation avec le Domaine National de Saint-Cloud	-
Gestion différenciée de la coulée verte Missak Manouchian	A intégrer dans la restauration après travaux et en partenariat avec la commune de Gennevilliers	-

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***	
	Détails pratiques et financiers de la mesure et comment aires	***Estimation chiffrée des coûts***
Suivi spécifique des sites à forts enjeux	<u>Coût indicatif pour le suivi d'une zone à enjeux écologiques de 30 ha :</u> - Suivi de la flore (2 passages d'expertise annuels) : 1 400€ /an - Suivi des amphibiens (2 passages d'expertise annuels) : 1 400€/an - Suivi des reptiles (1 passage d'expertise annuel) : 700 € /an - Suivi des oiseaux (4 passages d'expertise annuels) : 2 800€/an - Suivi des mammifères (1 passage d'expertise annuel) : 700 € /an	Passage d'un botaniste sur les stations de flore patrimoniales et/ou protégées= 1400 € Passage d'un fauniste sur le réseau de mare et rigole du parc départemental des Hautes Bruyères= 1400 € =2800€

3.10 Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000

En application des dispositions de l'article R.414-19 du code de l'environnement, l'étude d'impact comprend l'analyse des incidences du projet sur les sites Natura 2000 les plus proches.

Pour cette thématique, le fuseau d'étude a été néanmoins élargi pour prendre en compte les sites Natura 2000 les plus proches.

L'analyse des incidences a porté sur plusieurs types d'impacts potentiels :

- Les incidences directes sur les sites Natura 2000 ;
- Les incidences indirectes liées aux effets potentiels du projet sur les fonctionnalités écologiques des espèces, sur les nappes souterraines et sur la fréquentation des sites notamment.

3.10.1 Identification des sites en interaction possible avec le projet

3.10.1.1 Généralités

Le site Natura 2000 le plus proche se situe à plus de 2km du fuseau d'étude de l'extrémité nord de la ligne 15 Ouest. Il s'agit de la ZPS « Site de Seine Saint-Denis »

Pour ce site Natura 2000 identifié dans une aire d'étude éloignée du fuseau d'étude mais non directement concernée par l'emprise du projet, une analyse des incidences potentielles sur les espèces et milieux ayant permis la désignation de ces sites est réalisée ci-après. L'objectif est de réaliser une caractérisation des interactions possibles entre ce site Natura 2000 et le projet.

Deux cas de figure peuvent se présenter :

- L'absence manifeste d'interactions, en raison d'une distance importante, l'absence de lien physique (relation topographie ou hydrographique) ou les caractéristiques des éléments ayant justifié la désignation des sites rendant évidente l'absence d'interaction (cas des composantes non mobiles comme la flore ou les habitats par exemple, couplé à une absence de connexion et/ou une distance importante) ;
- L'identification d'interactions possibles indirectes entre les éléments d'intérêt communautaire (habitats et/ou espèces) et le projet. Sans nécessairement présager d'incidences négatives significatives, si l'analyse préliminaire basée sur des considérations assez générales ne permet pas de conclure sur l'absence d'incidences, une analyse approfondie espèce par espèce et/ou habitat par habitat est alors nécessaire.

3.10.1.2 Rappel descriptif de la ZPS « Sites de Seine Saint-Denis »

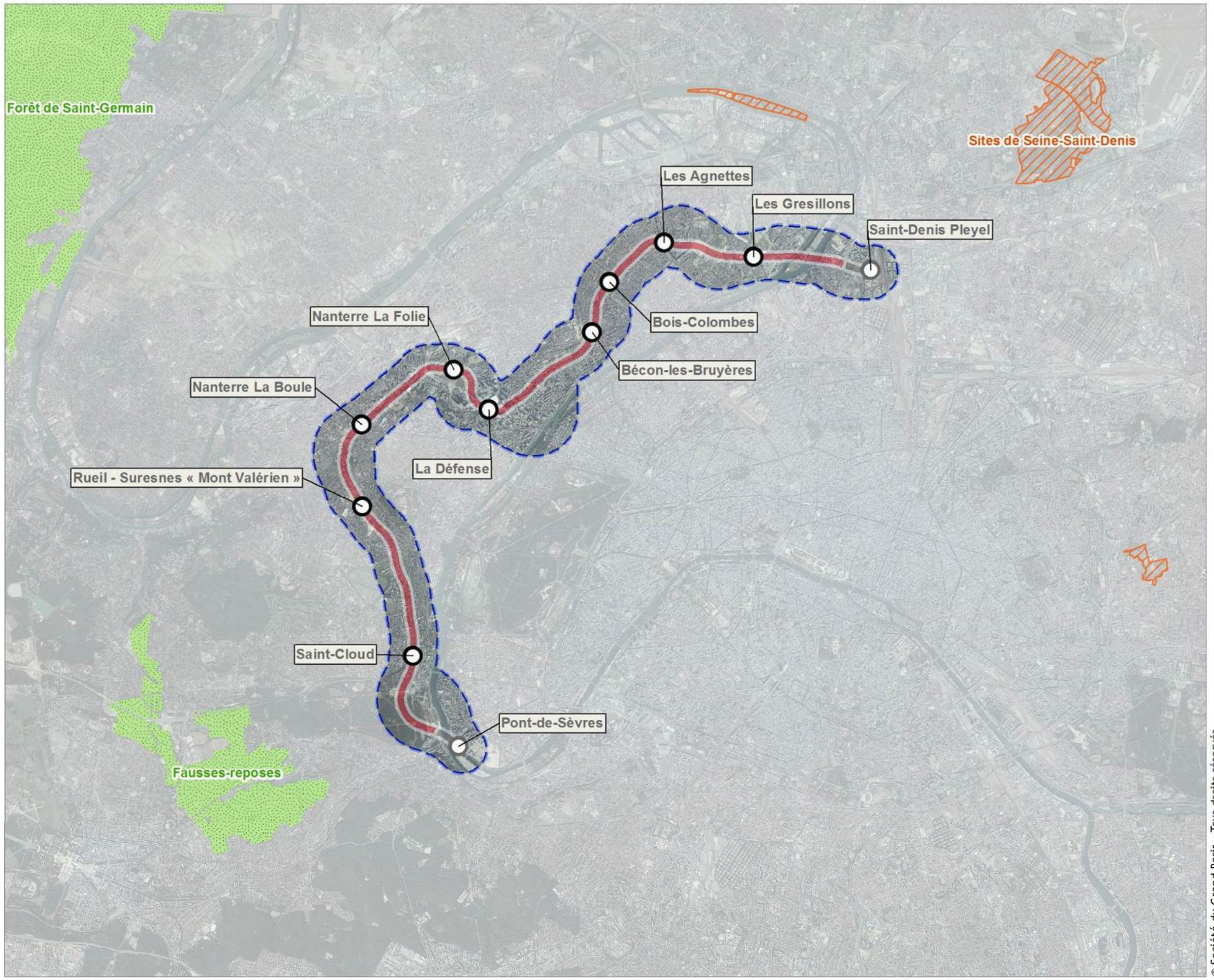
L'évaluation d'incidence va donc porter sur la ZPS « Sites de Seine Saint-Denis » dont l'entité la plus proche se trouve à plus de 2km de l'extrémité nord du fuseau d'étude.

Rappel descriptif de la ZPS « FR1112013 - Sites de Seine-Saint-Denis »

Habitats/Espèces ayant motivé la désignation du site Natura 2000	***Habitats présents***	***Distance au projet***
Butor étoilé, Blongios nain, Bondrée apivore, Busard Saint-Martin, Busard cendré, Hibou des marais, Martin-pêcheur d'Europe, Pic noir, Gorgebleue à miroir, Pie-grièche écorcheur	Forêt caducifoliées, vignes, vergers (>60%), prairies améliorées (>15%), prairies semi-naturelles (5%), zones humides (landes humides et milieux tourbeux) (<5%). Autres : zones urbanisées, industrielles, etc (10%)	>2km

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

Carte des sites Natura 2000 à proximité du projet

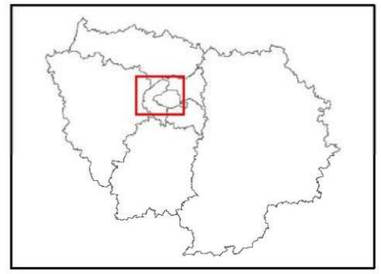


Grand Paris Express

Ligne 15 Ouest entre Pont de Sèvres et Saint-Denis Pleyel

- Zone de passage préférentiel de la Ligne 15 Ouest issue du schéma d'ensemble du Grand Paris
- Zone de passage préférentiel des lignes existantes avant mise en service de la Ligne 15 Ouest
- Gare de la Ligne 15 Ouest
- Gares existantes avant mise en service de la Ligne 15 Ouest
- Fuseau d'étude
- Zone de protection spéciale (Natura 2000) en dehors du fuseau
- Forêts de protection en dehors du fuseau

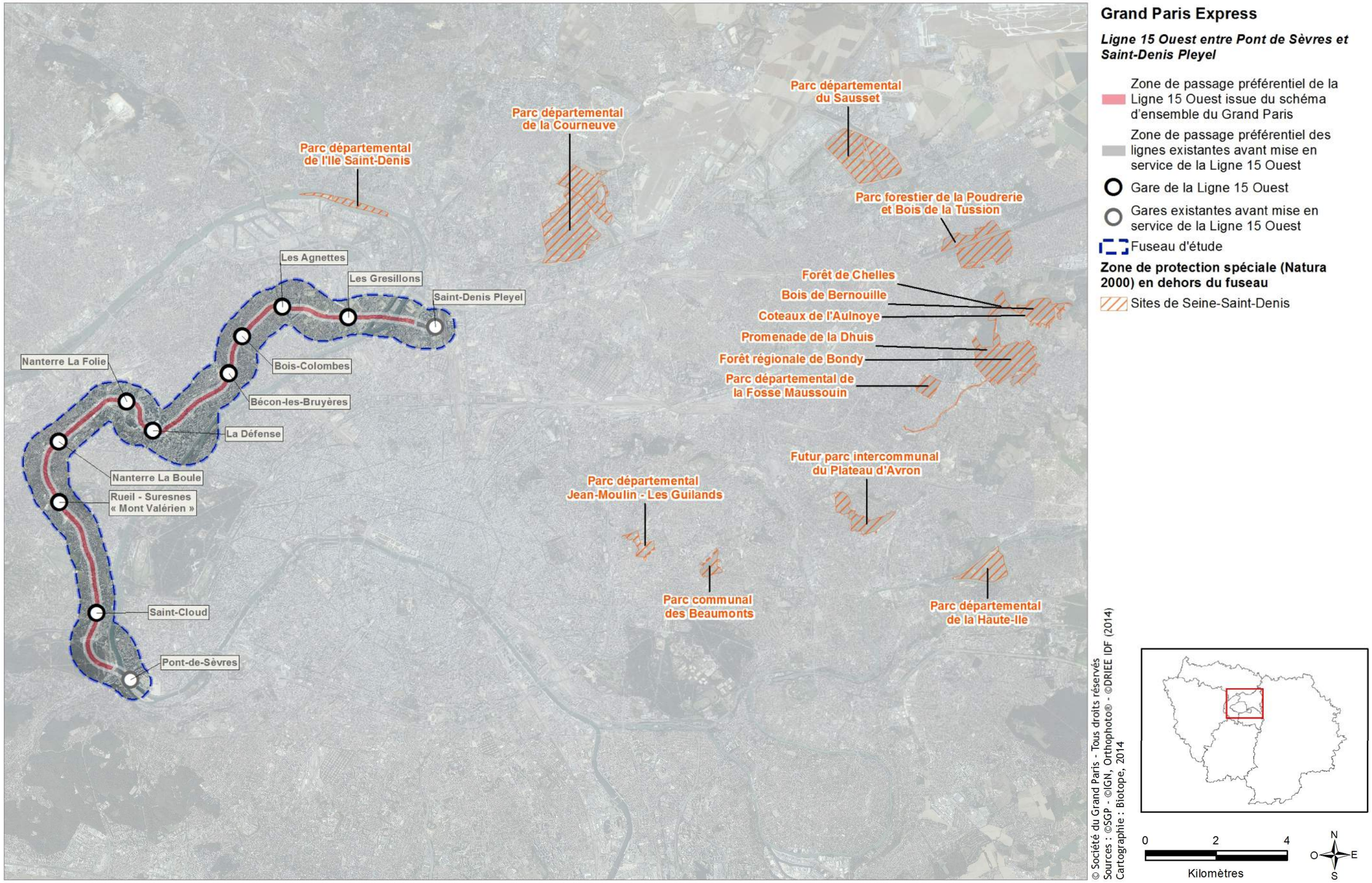
© Société du Grand Paris - Tous droits réservés
Sources : ©SGP - ©IGN, Orthophoto® - ©DRIEE IDF (2014)
Cartographie : Biotope, 2014



0 1,5 3 Kilomètres

N O E S

Localisation des sites Natura 2000 à une échelle plus large



3.10.2 Les incidences directes du projet sur les sites Natura 2000

Aucun site Natura 2000 n'est présent dans le fuseau d'étude. Aucun ouvrage émergent (gares, ouvrages de sécurité…) de la ligne 15 Ouest n'est situé dans ou à proximité d'un de ces sites protégés. La carte en page précédente illustre cela et présente les différents secteurs d'aménagement.

Par ailleurs, aucune espèce ayant motivée la désignation de la ZPS « Site de Seine Saint-Denis » n'a été identifiée sur le fuseau d'étude comme nicheuse, en chasse ou même en transit.

Au regard de la distance avec le premier site de cette ZPS (Ile Saint-Denis >2km) et de l'absence d'éléments du projet sur le site Natura 2000 le plus proche du fuseau d'étude, aucune incidence directe du projet n'est identifiée sur les sites Natura 2000.

3.10.3 Les incidences indirectes du projet sur les sites Natura 2000

3.10.3.1 Analyse des incidences indirectes en phase chantier par pollutions diverses des habitats d'espèces

L'analyse des incidences indirectes par pollution a été traité dans la partie « Faune Flore Milieux Naturels » dans le traitement des impacts sur les berges du secteur d'aménagement des Caboeufs.

Pour rappel, une mesure d'évitement a été instituée afin de limiter une pollution accidentelle quelconque :

« Concernant les pollutions accidentelles, les contaminants et sources de pollution au sein des bases chantier seront éloignés au maximum de la Seine afin de limiter le risque de contamination directe par ruissellement des eaux superficielles. Le traitement des eaux de ruissellements, chargée en boue (terrassement, passage engins), en hydrocarbures (déviation des voies sur berges sur l'estacade) sera également réalisé afin de ne pas rejeter directement en Seine. Les bases chantiers seront étanchéifiées couplé à un système de récupération des eaux qui débouchera sur un bassin de décantation. Ces eaux, une fois stockées et traitées, seront rejetées dans les réseaux collectifs/ acheminées par camions citernes en centre de traitement.

L'entreprise aura à 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 et éloignés de la Seine,
- *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 de la Seine.,*
- *Les produits dangereux et toxiques devront être éloignés des berges de Seine 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 en Seine,*
- *En cas de pollution accidentelle, un dispositif de limitation de la pollution sera mis en place rapidement (matériaux d'absorption, barrage flottant, paillage, kit de dépollution, etc.),*
- *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 réception des eaux de ruissellement des voies et parkings, ou d'assèchement des fouilles, seront conçus avec une décantation suffisante et un système de siphonage pour éviter les déchets légers ne soient entraînés dans les réseaux publics

Enfin, la qualité des eaux usées rejetées du chantier respectera les contraintes liées aux valeurs limites de qualité des eaux rejetées. Des essais mensuels, sur un échantillon moyen de 24 h proportionnel au débit écoulé, permettront d'analyser la qualité des rejets. En outre, une convention de rejet des eaux usées pourra être signée entre l'entreprise, la Société du Grand Paris et la gestionnaire du réseau. »

Suite à la mise en place de dispositifs de précautions et de limitation des pollutions, l'impact sur la faune piscicole et les habitats aquatiques est jugé comme faible.

Les impacts par pollution accidentelle sur les berges de l'Ile de Saint-Denis située à 2km en aval du site est non significative au regard de la distance avec le projet et des risques liés au projet.

3.10.3.2 Analyse des incidences indirectes en phase chantier sur le réseau hydraulique des habitats d'espèces

Le fonctionnement des nappes souterraines

Certains sites de la ZPS « Site de Seine Saint-Denis » comprennent des plans d'eaux sensibles pour la biodiversité, directement liés à la nappe d'eaux souterraines. Il s'agit notamment des plans d'eau du parc départemental Georges Valbon et du parc départemental du Sausset situés respectivement à 3 et 7km de l'extrémité nord du fuseau d'étude.

Les méthodes constructives retenues pour les ouvrages de la ligne 15 Ouest permettent d'éviter tout rabattement des nappes d'eaux souterraines, ou tout pompage directement dans les nappes. Il est en effet prévu :

- Le recours à la technique des parois moulées pour la construction des gares ;
- L'utilisation de tunneliers pour le creusement du tunnel qui permet de maintenir l'étanchéité du tunnel pendant tout le creusement ;
- En phase d'exploitation, l'ensemble des ouvrages construits (tunnel, gares, ouvrages de sécurité…) sont étanches.

Pour plus d'information concernant ces techniques de construction, le lecteur est invité à prendre connaissance de la rubrique sur la présentation du projet au début de ce document, ou de la rubrique relative à l'hydrogéologie.

Parc départemental Georges Valbon

Deux nappes sont concernées dans l'alimentation en eau de ce parc :

- La nappe de l'Eocène moyen et inférieur : le forage d'alimentation du Grand Lac y puise l'eau pompée ;
- La nappe de l'Eocène supérieur : elle alimente 3 plans d'eau : l'Etang des Brouillards, l'Etang du Vallon, tous deux situés dans l'enceinte du site Natura 2000, et le bassin de la Molette, géré par la DEA du Conseil Général de Seine-Saint-Denis dans le cadre de la gestion des eaux pluviales et situé hors site Natura 2000.

Parc départemental du Sausset

Les points d'eau du Sausset (Etang de Savigny et le Marais adjacent) sont alimentés par la nappe de l'Eocène supérieur. Ces éléments sont situés dans la vallée du Sausset qui est le siège d'un écoulement principal orienté nord-est/sud-ouest. En dehors de cet axe, les écoulements sont perpendiculaires à l'axe. L'étang a aussi pour fonction de décharger le lit mineur du Sausset en cas de fort débit.

L'Etang de Savigny a une profondeur maximale de 2,50 m et le Marais une profondeur moyenne d'environ 1 m. Le Marais est d'une sensibilité extrême au rabattement de nappe, d'après l'analyse hydrogéologique.

Compte tenu de la distance entre le tracé de référence, les ouvrages annexes et les gares associées et le Parc du Sausset ainsi que de la mise en place systématique de parois moulées, l'incidence potentielle du projet est considéré comme nulle.

Incidences liées à la partie « Hydrogéologie »

La construction du tunnel avec la technique du tunnelier ne nécessite pas de rabattement de nappe, ni de pompage. **La construction du tunnel ne présente pas d'impact sur le régime d'écoulement des nappes souterraines.**

Par ailleurs, l'ensemble des gares a été considéré comme réalisé sous protection de parois moulées, à l'exception de la gare de la Défense, qui sera réalisée sans paroi moulée, et qui nécessitera de fait un pompage plus important permettant de rabattre la nappe.

Les conclusions de la partie « Hydrogéologie » sont que **les rabattements occasionnés par les travaux ne seront pas de nature à avoir des conséquences sur la production du champ captant**.

En tout état de cause, la présence de la Seine à l'est du tracé implique un changement de réseau hydrographique. De plus, aucune incidence n'est identifiée dans la production du champ captant ou dans le régime d'écoulement des nappes. L'incidence est considérée comme non significative dans ces conditions.

La construction des ouvrages et leur exploitation ne présentent pas d'impact sur le fonctionnement des nappes souterraines, et donc sur le fonctionnement des plans d'eau des sites Natura 2000 concernés par cet enjeu.

L'effet barrage

Si les méthodes constructives retenues permettent d'éviter toute action de rabattement et de pompage des nappes souterraines, l'implantation de structures importantes dans le sous-sol peut contraindre de manière locale la circulation des eaux de part et d'autres des ouvrages.

Au vu de leurs caractéristiques, ce phénomène est potentiel mais limité pour les gares du futur métro. Les éléments d'analyse de la rubrique « Hydrogéologie » étayent ses propos.

Au vu des distances entre la Ligne 15 Ouest et les sites sensibles au vu de leurs plans d'eaux, le projet ne présente pas d'incidence sur les plans d'eaux des sites Natura 2000 de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ».

3.10.3.3 Analyse des incidences indirectes en phase d'exploitation : l'augmentation de la fréquentation des sites Natura 2000 les plus proches :

Les gares de la future ligne 15Ouest ne dessert aucun espace désigné Natura 20000. En effet, le site le plus proche se trouve à plus de 2km. Son exploitation n'induira pas d'augmentation de la fréquentation de ces sites sensibles.

Le projet ne présente pas d'incidence indirecte sur la fréquentation de visiteurs des sites Natura 2000 les plus proches.

3.10.3.4 Analyse des incidences du projet en phase chantier sur le fonctionnement écologique des espèces :

L'analyse s'appuie sur la comparaison des habitats et espèces présentes sur les sites Natura 2000 et ceux de l'aire d'étude de la ligne 15 Ouest identifiés dans le cadre de l'état initial.

Aucune espèce ayant motivé la désignation de la ZPS « Site de Seine Saint-Denis » n'a été identifiée lors des prospections sur le fuseau d'étude de la ligne 15Ouest. Les résultats des expertises de terrain ne présentent aucun site de nidification, de zone de chasse ou de repos sur le fuseau d'étude.

De plus, les incidences indirectes relatives au réseau hydrique ont été écartées du fait d'une imperméabilisation du tunnelier.

Le projet ne présente aucune incidence indirecte sur le fonctionnement écologique des espèces et des habitats des sites Natura 2000 les plus proches.

3.10.4 Synthèse de l'évaluation des incidences du projet sur les sites Natura 2000

Aucune incidence du projet n'est à noter sur les sites Natura 2000 présents à plus de 2km du fuseau d'étude.

Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant les sites Natura 2000

Secteurs concernés	***Niveau d'enjeu***	***Caractéristiques et niveau de l'impact***		***Mesures mises en œuvre***
		Impact direct	***Impact indirect***	
Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule	Aucun zonage Natura 2000 n'est inclus dans le fuseau d'étude de la Ligne 15 Ouest	Aucun élément projet n'est prévu en secteur Natura 2000. L'entité la plus proche se trouve à plus de 2km.	<u>Absence d'impact</u> indirect sur le fonctionnement écologique des espèces est nul	
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères			<u>Impact indirect négligeable</u> par des pollutions diverses des habitats d'espèces	- Base chantier étanchéifiée - Opérations d'entretien et le stockage d'éléments potentiellement polluant seront effectués loin de la Seine - Récupération des eaux sur le chantier dans des bassins de décantation - Dispositif de limitation de la pollution accidentelle
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel			<u>Impact indirect négligeable</u> sur le réseau hydraulique des habitats d'espèces	Les méthodes constructives retenues pour les ouvrages de la ligne 15 Ouest permettent d'éviter tout rabattement des nappes d'eaux souterraines, ou tout pompage directement dans les nappes. Il est en effet prévu : - Le recours à la technique des parois moulées pour la construction des gares ; - L'utilisation de tunneliers pour le creusement du tunnel qui permet de maintenir l'étanchéité du tunnel pendant tout le creusement ; - En phase d'exploitation, l'ensemble des ouvrages construits (tunnel, gares, ouvrages de sécurité…) sont étanches.
			<u>Absence d'impact</u> indirect sur la fréquentation des sites Natura 2000 les plus proches	

<u>Légende :</u>

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.11 Services écosystémiques

Consacrés en 2005 par l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire[14] (MEA, 2005), les services écosystémiques soulignent le lien étroit entre la biodiversité et son utilisation par les sociétés humaines. A chaque type d'écosystème correspondent des fonctions et des services différents, dont le niveau de réalisation dépend de (i) la santé de l'écosystème, (ii) des pressions qui s'exercent sur lui, mais également (iii) de l'usage qu'en font les sociétés dans un contexte géographique et socioéconomique donné. Ainsi, l'existence d'un service écosystémique dépend tout autant de processus écologiques que des pratiques sociales qui en déterminent son utilisation.

Concrètement, l'évaluation des services rendus permet par exemple d'identifier l'ensemble des usages et valeurs multiples d'un écosystème afin d'appuyer certaines décisions en rapport avec l'utilisation rationnelle des écosystèmes, leur conservation et leur gestion durable. En outre, elle permet également de :

- 1) Démontrer la contribution des écosystèmes à l'économie locale ou nationale et au bien-être humain afin d'encourager la conservation et l'utilisation durable de l'environnement,
- 2) Garantir une prise de décision appropriée dans le cadre de l'évaluation d'impact sur l'environnement,
- 3) Réaliser une analyse coût-bénéfice permettant de comparer différents projets d'utilisation ou de modification d'un écosystème donné ;

Au vu de ces éléments, la mise en œuvre de cet outil est apparue pertinente dans le cadre du projet du Métro du Grand Paris Express, et donc de la Ligne 15 Ouest. En effet, elle permet de compléter l'évaluation environnementale par une analyse fine des enjeux sociétaux en lien avec les milieux naturels et semi-naturels potentiellement impactés par le projet. En d'autres mots, elle apporte les éléments nécessaires pour une meilleure prise en compte de la biodiversité par une évaluation du poids des biens et services rendus par les écosystèmes dans le développement de l'activité économique et du bien-être humain.

Ainsi, ce travail a consisté à évaluer l'impact des phases de construction et d'exploitation du projet sur la consommation d'espaces naturels et semi-naturels et sur les services rendus par ces milieux.

Ce travail a été réalisé en trois étapes :

- Définition d'une typologie des systèmes naturels et semi-naturels rencontrés sur le périmètre d'étude (fuseau d'étude intégrant les éléments connexes),
- Identification et, selon les données disponibles, quantification des services rendus par ces milieux,
- Evaluation de l'impact du projet sur les services rendus.

[14] *Millennium Ecosystem Assessment, 2005.* Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.*

3.11.1 Analyse des services écosystémiques rendus au sein du fuseau d'étude

Dans le cadre de cette étude, 15 services écosystémiques ont été identifiés dans le fuseau d'étude.

Nota : Cette liste ne prétend pas être exhaustive car certains services sont parfois difficiles à qualifier ou sont parfois même contestés de manière générale.

Typologie des services écosystémiques identifiés dans le cadre de cette étude

Services écosystémiques		*Définition*
APPROVISIONNEMENT	***Production agricole***	Surfaces fertiles qui, par leur mise en production ou leur utilisation comme surface d'élevage pour le bétail, constituent des facteurs de production valorisés par les exploitations agricoles et contribuent à approvisionner en nourriture la société.
	Cueillette terrestre	Activité consistant à prélever une production végétale qui participe à l'approvisionnement des êtres humains en biens à usage principalement alimentaire (e.g, jardins familiaux). Elle peut également être considérée comme un service à caractère social.
	Récolte de bois	Service issu de la production de biomasse ligneuse par les écosystèmes qui permet de fournir la matière nécessaire à de nombreuses activités humaines à travers trois filières de transformation (bois de chauffage, bois d'industrie et bois d'œuvre).
REGULATION	***Ecrêtement des crues***	Capacité des écosystèmes à compenser, en partie, les précipitations et les variations du niveau des eaux et donc à faciliter l'écrêtement des crues.
	Soutien d'étiage	Régulation de l'effet sécheresse par les écosystèmes, grâce à leurs capacités de stockage de l'eau puis de restitution en période d'étiage.
	Autoépuration des eaux	Service permettant de disposer d'une eau propre et utilisable, ou nécessitant un moindre traitement, notamment pour la consommation d'eau douce, mais aussi pour toutes activités nécessitant des milieux aquatiques sains. Les écotones (à la frontière entre eau et terre comme par exemple les roselières) sont ceux qui participent le plus à la qualité et à la quantité du service rendu.
	Purification de la qualité de l'air	Diminution des concentrations en gaz polluants ainsi qu'en particules en suspension dans l'air grâce à une absorption de ces particules par les végétaux.
	Régulation du climat global	Régulation des flux de carbone dont les gaz à effet de serre (séquestration du carbone par les systèmes végétaux), et lutte contre les changements climatiques globaux.
	Régulation du climat local	Régulation locale de la température, des précipitations et du vent grâce à différents processus naturels assurés par les végétaux dont les principaux, sont l'évapotranspiration et l'effet albédo.
	Contribution à la pollinisation	Ce service est assuré par tout milieu favorisant la diversité et l'abondance des insectes pollinisateurs.

Services écosystémiques		Définition
SOCIO-CULTUREL	**Paysage**	Aménités apportées aux êtres humains en améliorant leur cadre de vie.
	Chasse	Activité de loisir et de détente assurée par la présence de gibier mais également par le cadre naturel dans lequel se déroule cette activité récréative. Cette activité exclut toute commercialisation.
	Pêche de loisir	Activité de capture des animaux aquatiques dans leur milieu naturel. Cette activité exclut toute commercialisation.
	Sports de nature	Aménités apportées aux êtres humains par la réalisation d'activités sportives réalisées en milieux naturels et semi-naturels.
	Tourisme de nature	Forme de tourisme pour laquelle la motivation principale est l'observation et l'appréciation de la nature. Elle inclut les activités de loisirs qui peuvent avoir un caractère sportif. Le chant des oiseaux, du bruit de l'eau et du feuillage, la vue de la verdure ont des effets positifs sur la psychologie de l'être humain.

Chaque milieu, de par son fonctionnement et l'utilisation qui en est faite par la société, est à l'origine d'un certain nombre de services. Le tableau présente le lien établi entre chaque type d'habitats naturels et semi-naturels rencontrés sur le périmètre d'étude et les services qu'ils rendent.

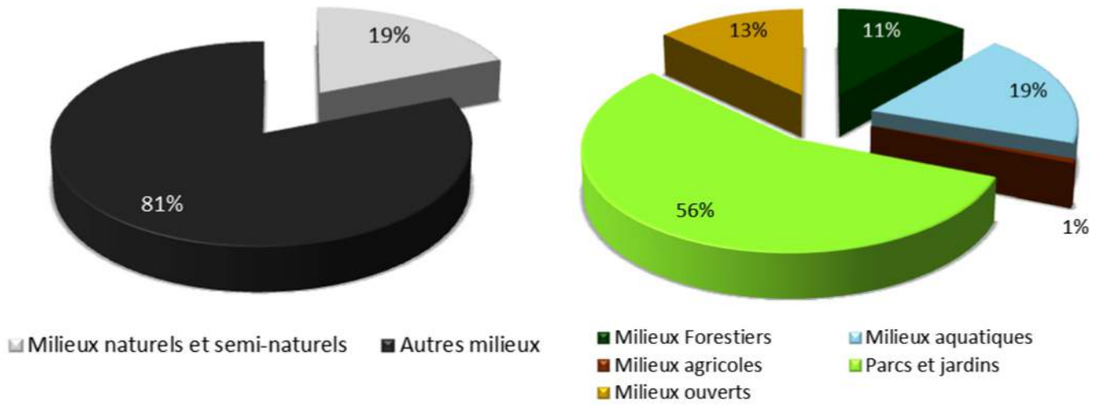
Le lien entre milieux et services, présenté dans le tableau qui suit, permet une automatisation des résultats. Néanmoins, les milieux d'une même sous-catégorie peuvent apporter des services légèrement différents (par exemple, la chasse n'est pas pratiquée dans tous les espaces boisés, …). Ceci sera détaillé lors de l'étude précise des impacts (voir section suivante).

Liens entre milieux (semi)naturels et services écosystémiques

Services écosystémiques	Milieux	Milieux forestiers		Milieux aquatiques			Milieux agricoles					Parcs et jardins		Milieux ouverts			
		Espaces boisés	*Plantations*	*Zones humides*	*Eau*	*Plan d'eau*	*Cultures*	*Cultures intensives*	*Cultures spécialisées*	*Jardins familiaux*	*Vergers*	*Jardins*	*Parcs urbains*	*Friches*	*Prairies*	*Terrains vacants*	*Vacant rural*
APPROVISIONNEMENT	Production agricole						■	■	■		■						
	Cueillette terrestre									■							
	Récolte de bois	■	■														
REGULATION	Ecrêtement des crues			■		■								■	■	■	■
	Soutien d'étiage			■	■	■											
	Autoépuration de l'eau			■	■	■											
	Purification de la qualité de l'air	■	■	■							■	■	■				
	Régulation du climat global	■	■								■		■				
	Régulation du climat local	■	■								■	■	■				
	Contribution à la pollinisation											■	■	■	■	■	■
SOCIO-CULTUREL	Paysage	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Chasse	■		■	■	■											
	Pêche de loisir			■	■	■											
	Sports de nature	■		■	■	■							■	■	■	■	■
	Tourisme et loisirs de nature	■		■	■	■							■				

3.11.1.1 Analyse des milieux (semi)naturels à l'origine de services écosystémiques

A l'échelle de la Ligne 15 Ouest, les milieux (semi)naturels représentent une superficie totale de 510,7 ha soit environ 19 % de la superficie totale du fuseau d'étude. Ce dernier est donc très urbanisé.



Proportions de milieux (semi)naturels au sein du fuseau d'étude

Les parcs urbains[15], milieux (semi)naturels les plus représentés, s'étendent sur une surface d'environ 280 ha au sein de la Ligne 15 Ouest. Les plus étendus sont le Domaine national de Saint-Cloud (Saint-Cloud) et le Parc départemental André Malraux (Nanterre). Par ailleurs, de nombreux parcs urbains sont disséminés dans le fuseau d'étude dont les parcs des Pléiades et Diderot (Courbevoie), les Jardins publics de l'Avre et des Tourneroches (Saint-Cloud), le Mont Valérien (Suresnes) ou encore l'Ile de Monsieur (Sèvres), l'Ile de la Jatte (Neuilly-sur-Seine), l'Ile de Puteaux (Puteaux).

Les milieux forestiers sont presque exclusivement inclus dans le Domaine national de Saint-Cloud qui constitue l'entité (semi)naturelle la plus étendue et la plus remarquable du fuseau d'étude.

Les milieux ouverts sont principalement représentés par des terrains vacants urbains.

Les milieux aquatiques sont presque exclusivement représentés par la Seine qui traverse le fuseau d'étude à plusieurs reprises. Par ailleurs, quelques plans d'eau sont présents dans les parcs de Saint-Cloud et André Malraux de Nanterre.

Les milieux agricoles ne sont que très peu représentés. Aucune parcelle appartenant à une exploitation professionnelle agricole ne se situe dans le fuseau d'étude. Les milieux agricoles se limitent à deux jardins familiaux. Le premier est localisé sur la commune de Saint-Cloud et est géré par la Fédération Nationale des Jardins Familiaux et Collectifs (FNJFC). Le second est intégré au Grand parc de Saint-Ouen où les terres cultivables ont été mises à la disposition d'une centaine de particuliers et d'une quinzaine d'associations. Un verger est également présent au sein du fuseau d'étude. Il est occupé par les vignes municipales de la commune de Suresnes et est géré par l'association du Clos du Pas Saint-Maurice. Ce vignoble, qui s'étend sur près d'un hectare est aujourd'hui le plus étendu d'Ile-de-France et est désormais protégé par le statut de site classé et intégré dans l'Aire de Mise en Valeur de l'Architecture et du Paysage (AMVAP) de Suresnes. Il assure la production d'environ 5 000 bouteilles de vin de Suresnes par an. Cette production, encadrée par l'association du Clos du Pas Saint-Maurice, est destinée à la vente directe auprès des particuliers et touristes locaux.

Milieux (semi)naturels recensés au sein du fuseau d'étude

Catégories	*Surface (ha)*	*Sous-catégories*	*Surface (ha)*
Milieux forestiers	*58,7*	Espaces boisés	58,7
		Plantations	0
Milieux aquatiques	*95,7*	Zone humide	0
		Eau	92,8
		Plan d'eau	3,0
Milieux agricoles	*3,6*	Cultures	< 1,0
		Cultures intensives	0
		Cultures spécialisées	0
		Jardins familiaux	2,8
		Vergers	0,8
Milieux ouverts	*66,4*	Friche	0
		Prairie	5,5
		Vacant rural	7,2
		Terrain vacant	53,7
Parcs et jardins	*286,3*	Jardins	11,4
		Parcs urbains	274,8

3.11.1.2 Analyse des services écosystémiques rendus au sein du fuseau d'étude

Les milieux (semi)naturels présentés précédemment sont à l'origine de services écosystémiques rendus dans le fuseau d'étude. Comme explicitée dans la méthodologie, l'association entre les milieux (semi)naturels et les services qu'ils rendent n'est pas automatisée : chaque service écosystémique est associé à un milieu selon ses caractéristiques locales. C'est pourquoi certains services (récolte de bois, chasse…) se voient affecter une surface nulle bien que les milieux potentiellement à l'origine de ces derniers sont présents sur la zone d'étude.

[15] Parmi ces parcs, certains sont identifiés comme des Espaces Naturels Sensibles (ENS) du Conseil Général des Hauts-de-Seine : Parc de Saint-Cloud, Mont Valérien, l'Ile de Monsieur, l'Ile de la Jatte et l'Ile de Puteaux.

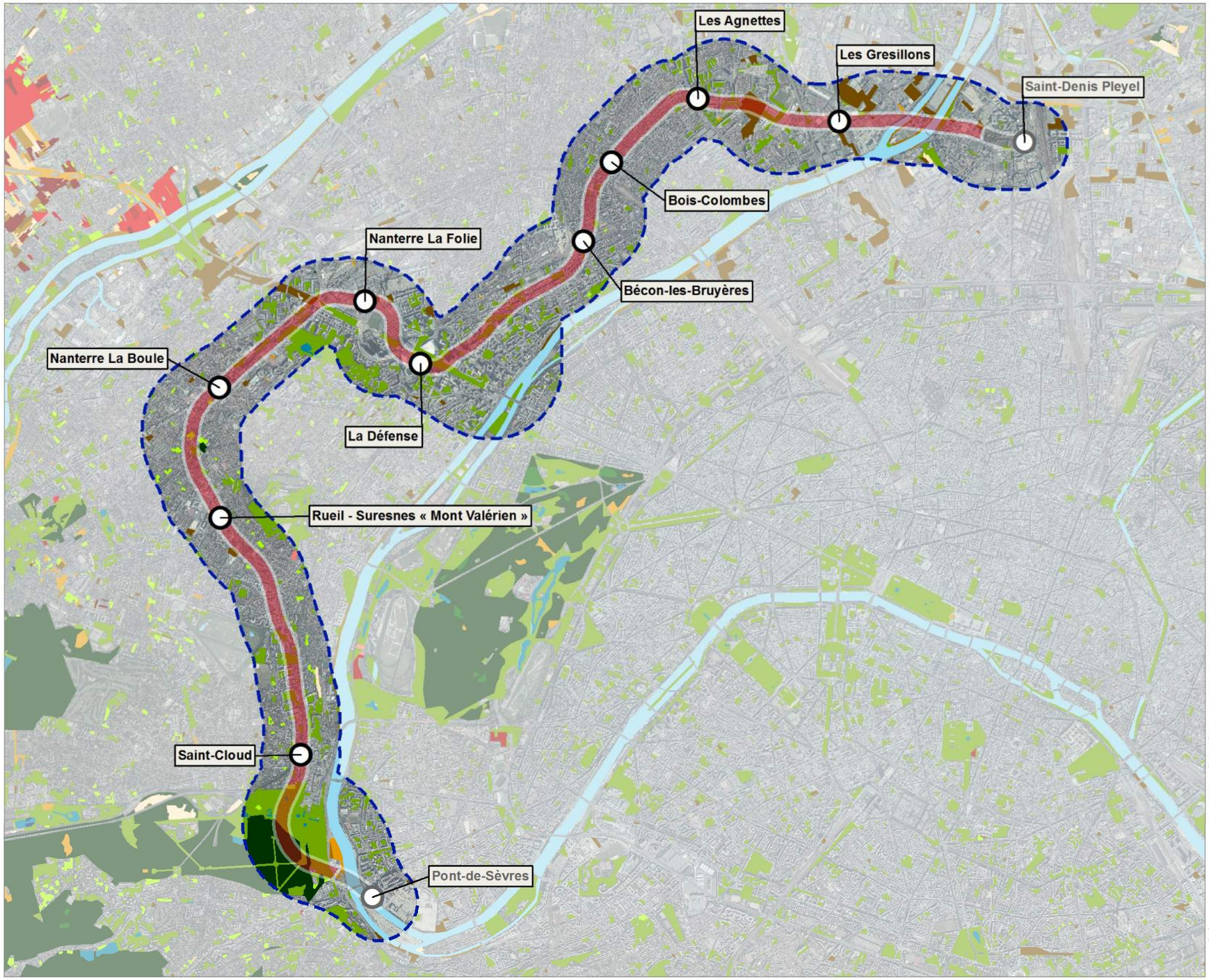
Surface (en ha) impliquée dans la production de chacun des services écosystémiques identifiés comme potentiellement présents au sein du fuseau d'étude

Tableau 4.1.1.2-1 : Surface (en ha) impliquée dans la production de chacun des services écosystémiques identifiés comme potentiellement présents sur la zone.

Milieux / Services écosystémiques		Milieux forestiers		Milieux aquatiques			Milieux agricoles					Parcs et jardins		Milieux ouverts			
		Espaces boisés	Plantations	Zones humides	Eau	Plan d'eau	Cultures	Cultures intensives	Cultures spécialisées	Jardins familiaux	Vergers	Jardins	Parcs urbains	Friches	Prairies	Terrains vacants	Vacant rural
APPROVISIONNEMENT	Production agricole						< 1,0	0	0		0,8						
	Cueillette terrestre									2,8							
	Récolte de bois	0	0														
REGULATION	Ecrêtement des crues			0		0,2								0	4,5	17,2	4,3
	Soutien d'étiage			0	92,8	0											
	Autoépuration de l'eau			0	0	0											
	Purification de la qualité de l'air	58,7	0	0							0,8	11,4	274,8				
	Régulation du climat global	58,7	0								0,8		274,8				
	Régulation du climat local	58,7	0								0,8	11,4	274,8				
	Contribution à la pollinisation											11,4	274,8	0	5,5	53,7	7,2
SOCIO-CULTUREL	Paysage	58,7	0	0	92,8	3,0	< 1,0	0	0	2,8	0,8	11,4	274,8	0	5,5	53,7	7,2
	Chasse	0		0	0	0											
	Pêche de loisir			0	92,8	1,4											
	Sports de nature	58,7		0	92,8	3,0							274,8	0	5,5	53,7	7,2
	Tourisme et loisirs de nature	58,7		0	92,8	3,0							274,8				

Les valeurs indiquées dans ce tableau peuvent différer de celles du tableau de la page précédente qui présente les surfaces brutes obtenues par extraction des informations contenues dans le MOS. Le tableau ci-dessus est quant-à lui obtenu après traitement des données brutes pour obtenir les surfaces des milieux pour lesquels l'existence des services rendus a été vérifiée.

Typologie d'occupation du sol par sous-catégories retenues pour l'étude des services écosystémiques



Grand Paris Express

Ligne 15 Ouest entre Pont de Sèvres et Saint-Denis Pleyel

Zone de passage préférentiel de la Ligne 15 Ouest issue du schéma d'ensemble du Grand Paris

Zone de passage préférentiel des lignes existantes avant mise en service de la Ligne 15 Ouest

Gare de la Ligne 15 Ouest

Gares existantes avant mise en service de la Ligne 15 Ouest

Fuseau d'étude

Occupation du sol (sous-catégories)

Milieux agricoles
- Cultures
- Cultures intensives
- Jardins familiaux
- Cultures specialisées
- Vergers

Milieux aquatiques
- Eau
- Plans d'eau
- Zones humides

Milieux forestiers
- Espaces boisés
- Plantations

Milieux ouverts
- Friches
- Prairies
- Vacants ruraux
- Terrains vacants

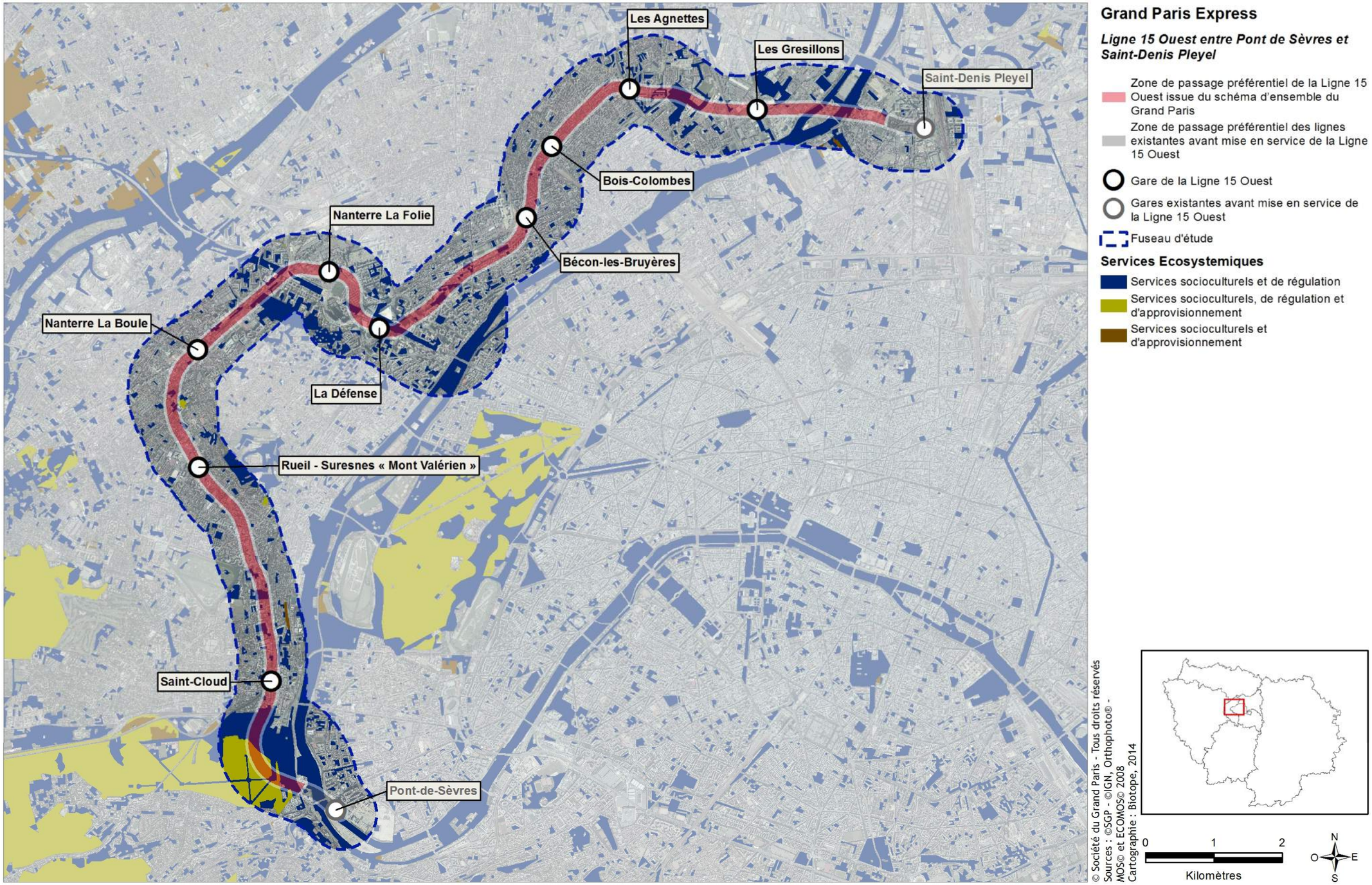
Parcs et jardins
- Jardins
- Parcs urbains

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés
Sources : ©SGP - ©IGN, Orthophoto® - MOS© et ECOMOS© 2008
Cartographie : Biotope, 2014

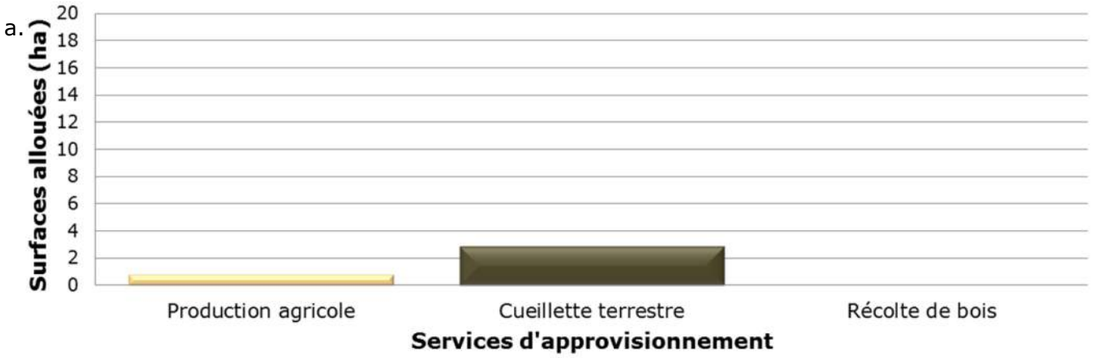
0 1 2
Kilomètres

N O E S

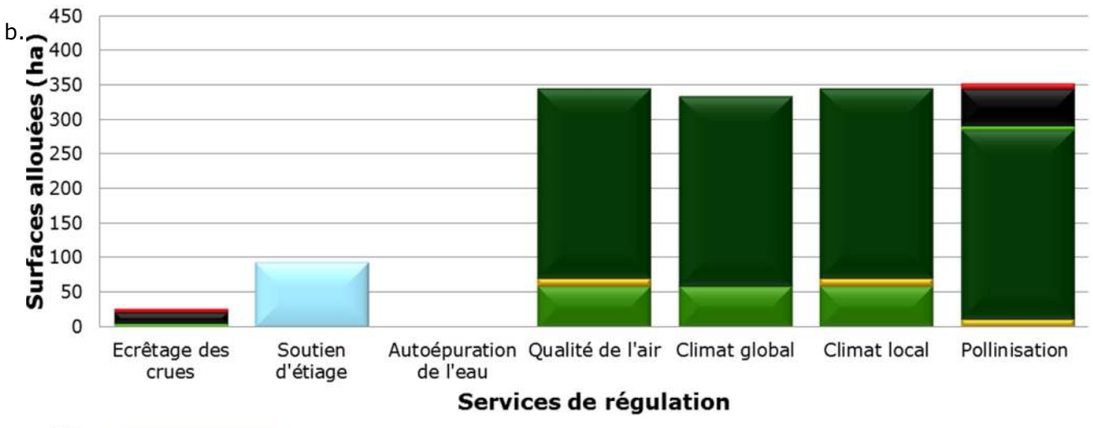
Services écosystémiques rendus par les milieux (semi)naturels du fuseau d'étude



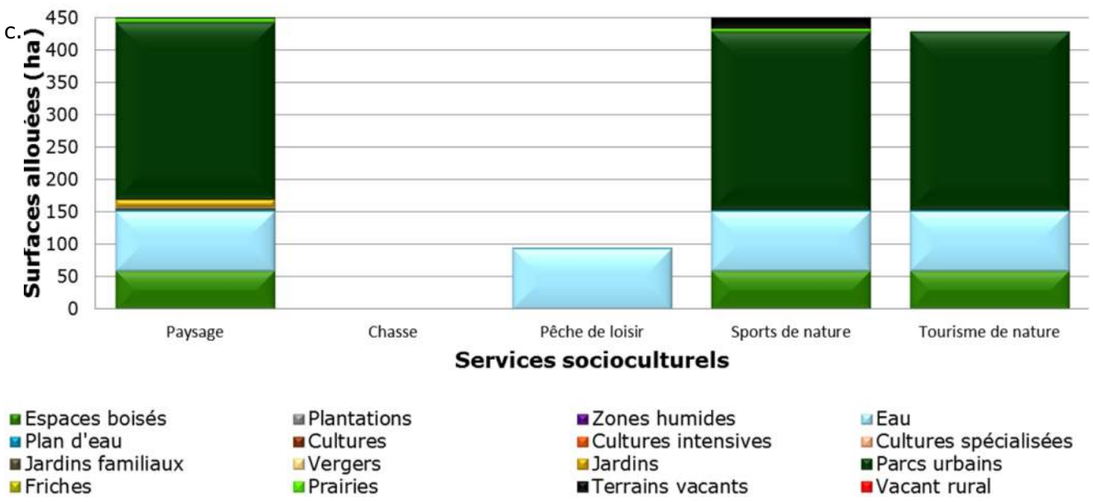
a.



b.



c.



Pour plus de lisibilité dans la figure, l'échelle du premier graphique diffère des autres.

Surfaces en hectares relatives aux services d'approvisionnement (a), de régulation (b) et socioculturels (c) fournis par les différents milieux (semi)naturels du fuseau d'étude

La fourniture de **services d'approvisionnement** par les milieux (semi)naturels est extrêmement limitée au sein de la Ligne 15 Ouest. Aucune parcelle appartenant à une exploitation professionnelle agricole n'est présente au sein du fuseau d'étude. Seuls deux jardins familiaux (jardin familial Tram du Val de Seine comptant 28 parcelles et localisé à Saint-Cloud et le jardin partagé de 5 000 m² du Grand parc de Saint-Ouen) et le vignoble du Clos du Pas Saint-Maurice (Suresnes) participent aux services d'approvisionnement. Au-delà du service d'approvisionnement, il est à souligner que ces jardins familiaux et ce vignoble jouent un rôle social indéniable auprès des habitants et est un support à la sensibilisation au lien qu'il existe entre la santé, la nutrition et la protection de l'environnement. Le service de récolte de bois n'est, quant-à-lui, rendu par aucun milieux (semi)naturel au sein du fuseau puisque les seuls espaces boisés sont inclus au parc urbain de Saint-Cloud et qu'ils ne font pas l'objet d'une exploitation.

Parmi les milieux aquatiques, la Seine est la seule entité participant aux **services de régulation** car les plans d'eau présents dans le fuseau d'étude et inclus dans les parcs de Saint-Cloud et André Malraux de Nanterre correspondent à des mares artificielles. Parmi les services de régulation, la Seine joue un rôle de soutien d'étiage mais ne participe pas à l'épuration des eaux à cause du taux d'artificialisation élevé de ses berges sur ce secteur. *A contrario*, alors que très peu de milieux aquatiques participent au service d'écrêtement des crues au sein du fuseau d'étude, plus de 25 ha de milieux ouverts sont localisés en zone inondable[16] et permettent un stockage temporaire de l'eau en période de crue. D'autre part, il est important de souligner que les parcs urbains et les espaces boisés participent aux services de régulation par une amélioration du cadre de vie des citoyens (purification de l'air et régulation du climat local et global). Ils contribuent également à la diversité et à l'abondance des insectes pollinisateurs qui pourront, à leur tour, favoriser les services d'approvisionnement dans des milieux limitrophes.

Ces mêmes milieux contribuent à favoriser le bien-être humain en fournissant un certain nombre de **services socioculturels**, très prisés notamment dans un contexte urbain marqué. Propices à la pratique d'activités sportives et touristiques de plein air, les parcs urbains et espaces boisés représentent des lieux de détente. Ils sont également considérés comme de véritables « cœurs verts » en contexte urbain contribuant ainsi à l'embellissement du paysage. Parmi les milieux aquatiques, la Seine, cours d'eau de deuxième catégorie est un support à l'activité de pêche de loisir (notamment pêche de carnassiers et de cyprinidés). Dans le département des Hauts-de-Seine, cette activité est encadrée par la fédération interdépartementale de pêche des départements de Paris, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis et Val-de-Marne et plus particulièrement par l'Association Agrégée de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques des Hauts-de-Seine et de l'Ouest parisien (AAPPMA 92 & 75 OUEST) qui regroupait plus de 3 000 adhérents annuels et environ 1 000 adhérents journaliers en 2011. Par ailleurs, l'étang du Parc André Malraux (Nanterre), classé en deuxième catégorie, est également un lieu propice à la pratique de la pêche. Les plans d'eau localisés dans les parcs urbains ne sont pas utilisés en ce sens. Enfin, l'activité de chasse encadrée par la fédération interdépartementale des chasseurs de Paris, des Hauts-de-Seine, de Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne mais n'est pas pratiquée au sein du fuseau d'étude.

Les parcs urbains sont les milieux (semi)naturels les plus représentés au niveau de la Ligne 15 Ouest (56 % des milieux (semi)naturels). Dans un contexte urbain particulièrement dense, ces milieux constituent de véritables « poumons » en cœur de ville, tant pour la qualité de l'environnement de vie des citoyens (apport de services de régulation) que pour les activités sociales qu'ils génèrent (services socioculturels). Les principaux enjeux se concentrent donc au niveau des services socioculturels et de régulation fournis pas ces milieux.

[16] *Les zones inondables sont définies grâce au Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI) d'Ile-de-France.*

3.11.2 Impacts et mesures en phase chantier et exploitation concernant les services écosystémiques

3.11.2.1 Milieux (semi)naturels impactés par le projet

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 du tracé et des éléments connexes.

En phase chantier, la superficie totale des milieux (semi)naturels impactés est inférieure à 5 ha, soit moins de 1 % de la surface totale des milieux (semi)naturels inclus dans le fuseau d'étude. Les milieux (semi)naturels les plus impactés sont les parcs urbains disséminés dans l'ensemble du fuseau et notamment le parc de Saint Cloud puis dans une moindre mesure les jardins, espaces boisés et terrain vacants.

En phase d'exploitation, la superficie impactée est moindre qu'en phase exploitation mais la répartition des milieux impactés en phase exploitation suit celle des milieux impactés en phase chantier : les parcs urbains demeurent les milieux les plus impactés.

3.11.2.2 Services écosystémiques impactés par le projet

Durant la **phase chantier**, seuls des services socioculturels et de régulation sont impactés par le projet, ceux fournis par les parcs urbains étant les services majoritairement dégradés. 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, cet impact s'élève à moins de 5 % de la superficie totale des parcs urbains disponibles par les citoyens. D'autre part, la dégradation de ces services ne sera que temporaire si des mesures de restauration des milieux (semi)naturels impactés prises suite aux travaux de construction du métro.

Par ailleurs, un phénomène de report vers des milieux (semi)naturels à proximité (phénomène considéré comme limité compte tenu du contexte urbain de ce tronçon) pourrait être envisagé pour compenser les pertes temporaires des services socioculturels.

En **phase d'exploitation**, les impacts sont très limités. Les services impactés sont globalement identiques en phases exploitation qu'en phase chantier mais dans une moindre mesure.

3.11.2.3 Services de régulation impactés par le projet

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. Il est donc le seul service à être détaillé dans ce paragraphe.

Au sein du fuseau d'étude, les espaces boisés et renseignés par l'IFN correspondent au parc de Saint-Cloud. Les autres espaces boisées participant au service de régulation du climat global correspondent aux parcs urbains disséminés dans l'ensemble du fuseau d'étude. Pour ces milieux, un coefficient de recouvrement du sol par des arbres de 30 % a été appliqué.

L'ensemble de ces milieux participent au **stockage d'environ 58 300 t de CO_2**.

Calcul du stock de CO_2 par les milieux forestiers de la Ligne 15 Ouest

Essence	Surface (ha)	Biomasse sur pied (m^3)	Densité	Quantité de bois (t)	Quantité de carbone (t)	Quantité de CO_2 (t)
Châtaignier	12,6	2 687	620	2 133	1 013	3 748
Chêne	91,0	19 374	690	17 111	8 128	30 073
Frêne	10,6	1 867	690	1 649	783	2 898
Pins	0,6	22	530	15	7	26
Autres	0,9	159	700	143	68	251
Milieux hors IFN	221,9					36 996
TOTAL						**58 270**

Les impacts en phase chantier et exploitation liés au projet sont négligeable sur le service de régulation du climat global. En effet, leurs valeurs est inférieure à 1%.

3.11.2.4 Services socioculturels impactés par le projet

Seuls les services socioculturels rendus par les parcs urbains et les milieux boisés sont impactés par le projet. Ils sont donc les seuls à être détaillés dans ce paragraphe.

Les services socioculturels fournis par les parcs urbains et les milieux boisés 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 sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Communes	*Densité d'espaces verts par habitant (m^2 /habitant)**		*Gare Grand Paris*
	Surface Actuelle (m^2/hab)	*Variation maximale en phase chantier (%)*	
Asnières-sur-Seine	**2,7**	-	-
Bois-Colombes	**2,4**	-	Bois-Colombes
Boulogne-Billancourt	**4,8**	-	Pont de Sèvres
Courbevoie	**4,0**	< 1 %	Bécon-les-Bruyères
Gennevilliers	**12,8**	< 1 %	Les Agnettes et Les Grésillons
La Garenne-Colombes	**1,7**	-	-
L'Île-Saint-Denis	**34,1**	-	-
Nanterre	**11,7**	< 1 %	Nanterre La Boule[17] et Nanterre La Folie
Neuilly-sur-Seine	**3,5**	-	-

[17] *La gare de Nanterre La Boule est retenue à titre conservatoire.*

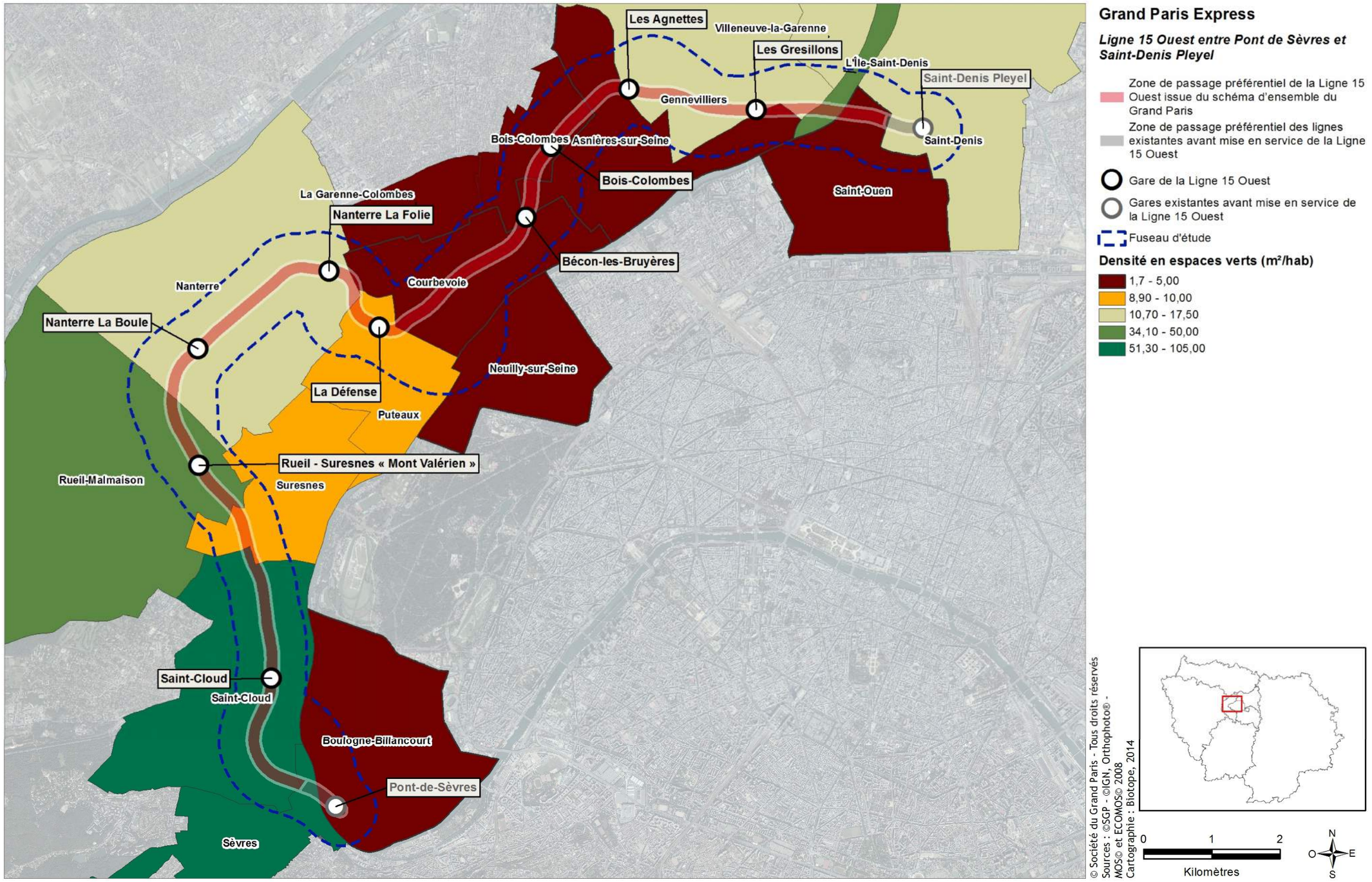
Communes	***Densité d'espaces verts par habitant (m² /habitant)****		***Gare Grand Paris***
	Surface Actuelle (m²/hab)	***Variation maximale en phase chantier (%)***	
Puteaux	**8,9**	-	La Défense
Rueil-Malmaison	**43,5**	-	Rueil / Suresnes « Mont Valérien »
Saint-Cloud	**104,2**	< 1 %	Saint-Cloud
Saint-Denis	**10,7**	-	« Saint-Denis Pleyel »
Saint-Ouen	**2,7**	-	-
Sèvres	**51,3**	-	-
Suresnes	**10,0**	-	-
Villeneuve-la-Garenne	**11,1**	-	-
***** Les densités qui ne varient pas significativement par rapport à la densité de référence ne sont pas indiquées pour faciliter la lecture du tableau.*			

La moitié des communes du fuseau d'étude sont déficitaires en espaces verts (densité inférieure à 10 m²/hab) du fait d'une urbanisation très dense. Du fait de leur faible superficie, les espaces verts revêtent une grande importance pour les habitants : le Mont Valérien et sa promenade Jacques Baumel offrent un lieu de tranquillité pour les habitants locaux alors que les vignobles du Clos du Pas Saint-Maurice sont un véritable facteur d'attractivité touristique. *A contrario*, quatre communes, à savoir L'Île-Saint-Denis, Rueil-Malmaison, Saint-Cloud et Sèvres ont une densité d'espaces verts supérieure à 25 m²/hab. De telles densités s'expliquent par la présence de nombreux espaces verts de très grandes superficies, en particulier le Domaine national de Saint-Cloud et les Forêts domaniales de la Malmaison, de Fausses Reposes et de Meudon.

En phase chantier et exploitation, aucune diminution significative de la densité d'espaces verts n'est observée sur l'ensemble du tronçon de la Ligne 15 Ouest (la diminution de la densité d'espaces verts est toujours nettement inférieure à 1 %). **L'impact de l'emprise chantier du projet sur les espaces verts est donc négligeable.**

Soulignons par ailleurs que l'implantation de toutes gares devrait être accompagnée par l'aménagement d'espaces verts. Néanmoins, il n'est, à ce stade de l'étude, pas envisageable de quantifier le gain issu de tels aménagements.

Densités en espaces verts des communes traversées par le fuseau d'étude



3.11.2.5 Mesures d'accompagnement

L'ensemble des mesures de réduction proposées dans le cadre du volet « Milieux naturels et Paysager » sont compatibles avec les enjeux identifiés au travers de l'étude des services écosystémiques, notamment :

- Ne pas modifier l'alimentation en eau des secteurs à enjeux ;
- Limiter l'emprise du chantier ;
- Installer systématiquement des clôtures temporaires étanches à la traversée de milieux naturels et élaboration d'un plan de lutte contre les pollutions accidentelles ;
- Remise en état du sol après travaux ;
- Maintien des continuités écologiques ;
- Entretien des sites naturels après remise en état.

Par ailleurs, un phénomène de report vers des milieux (semi)naturels à proximité (phénomène considéré comme limité compte tenu du contexte urbain de ce tronçon) pourrait être envisagé au travers d'une signalisation adaptée pour compenser les pertes temporaires des services socioculturels.

3.11.3 Coûts liés aux mesures correctives

Aucune mesure d'évitement, de réduction et de compensation ne sont proposés en plus de celles figurant dans la partie milieu naturel. Pour les coûts des mesures, se référer au paragraphe « Milieu naturel, Faune et Flore».

3.11.4 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant les services écosystémiques

Sur l'ensemble de la Ligne 15 Ouest, les milieux (semi)naturels représentent environ 19 % de la superficie totale du fuseau d'étude soit 510,7 ha. Le tronçon est donc très majoritairement urbanisé.

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, à 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, etc.) témoignant de la richesse de leurs valeurs sociales et favorisant convivialité et mixité sociale. Les 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 travaux présentés ici soulignent un impact faible du projet du Grand Paris sur les milieux recensés au sein du fuseau d'étude et donc sur les services écosystémiques qu'ils génèrent.

En effet, le jardin familial Tram du Val de Seine à Saint-Cloud et les vignes communales de Suresnes à l'origine des services d'approvisionnement ne seront pas affectés.

Les parcs urbains, milieux (semi)naturels les plus représentés sur le fuseau d'étude (56 % des milieux (semi)naturels) seront les plus impactés par le projet en phases chantier et exploitation, notamment les petits parcs et espaces verts disséminés dans le fuseau d'étude. Cependant, l'étude réalisée met en évidence des niveaux d'impact relativement faibles et majoritairement temporaires (phase chantier). Ainsi, concernant les services de régulation rendus par ces milieux, et celui de régulation du climat global notamment, seuls des effets marginaux ont été révélés par cette étude car l'emprise du projet reste très limitée en surface.

Les enjeux actuels sont donc limités en matière d'atteinte aux services écosystémiques. 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 devrait tendre à une diminution de l'étalement urbain réduisant ainsi les risques de voir disparaître des milieux (semi)naturels, à la faveur de l'expression des services écosystémiques rendus sur le territoire francilien.

3.12 Milieu agricole

3.12.1 Impacts et mesures en phase chantier concernant le milieu agricole

Trois secteurs à destination agricole ont été identifiés dans l'état initial :

- Le vignoble de Suresnes
- Les serres de Courbevoie
- Une zone de culture non identifiée

Ces trois secteurs se trouvent à environ 400m du tracé de référence et du plus proche secteur d'aménagement du projet.

3.12.1.1 Impacts directs et indirects du projet sur le milieu agricole

Au vu de la distance effective entre les zones de culture et les secteurs d'aménagement du projet, aucun impact direct n'est identifié.

S'agissant d'exploitation limitée à une parcelle pour le vignoble et de serres à destination d'un public proche, aucun impact indirect n'est identifié sur le transport et la commercialisation des produits.

3.12.1.2 Mesures d'accompagnement en phase chantier

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est nécessaire dans le cadre du projet de la Ligne 15 Ouest.

3.12.1 Impacts et mesures en phase d'exploitation concernant le milieu agricole

3.12.1.1 Impacts directs et indirects du projet sur le milieu agricole

De même qu'en phase chantier, aucun impact direct ou indirect n'est noté sur les milieux agricoles au regard de la distance qui les sépare du projet.

Un impact positif est potentiellement à noter sur le vignoble de Suresnes avec la desserte de la gare de Rueil-Malmaison à moins de un kilomètre de l'exploitation. Les visites de l'exploitation étant ouvertes et dirigées par l'association du Clos du Pas Saint-Maurice.

3.12.1.2 Mesures d'accompagnement en phase exploitation

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est nécessaire dans le cadre du projet de la Ligne 15 Ouest.

3.12.2 Coûts liés aux mesures d'évitement, de réduction et de compensation

Aucune mesure n'est préconisée pour le volet agricole. Par conséquent, aucun surcoût au projet n'est à ajouter.

3.12.3 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant le milieu agricole

Au vu de la présence de flore patrimoniale sur le site de Morangis, les impacts sur le site du Morangis sont traités dans le volet « faune-flore- milieux naturels ».

Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant l'agriculture

Secteurs concernés	***Niveau d'enjeu***	***Caractéristiques et niveau de l'impact***	***Mesures mises en œuvre***
Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule	Présence d'une culture de vigne à Suresnes. La vigne est protégée (AMVAP) ce qui lui assure une pérennité dans ce secteur urbain dense. La qualité de la production a permis de ré-intégrer la vigne de Suresnes dans le vignoble français.	Aucun impact direct ou indirecte n'est identifié sur les milieux agricoles au regard de leur distance avec le projet.	
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	Présence d'une zone de culture sous serre à Courbevoie.		
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	La zone agricole identifiée par le MOS ne recoupe le fuseau que sur quelques mètres carrés à Asnières-sur-Seine.		

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.13 Patrimoine culturel, paysage et archéologie

3.13.1 Impacts relatifs au patrimoine culturel protégé

3.13.1.1 Impacts sur les sites classés et inscrits

Pour rappel, l'impact sur l'intégrité des sites classés et inscrits est étudié uniquement dans le cas où des travaux sont situés à l'intérieur des périmètres protégés. Lorsque le projet est proche, l'impact du projet est analysé au regard des impacts sur le paysage.

De plus, le niveau d'impact du projet sur les sites dépend de l'ampleur des effets du projet sur les monuments présents, c'est-à-dire, les effets paysagers du projets sur les qualités pour lesquelles ces sites ont été protégés. Pour cette raison, dans les périmètres des sites classés, il est nécessaire de disposer en amont d'une autorisation spéciale pour les travaux et une déclaration préalable avant travaux dans les périmètres des sites inscrits est nécessaire.

Considérant que tout le tracé de la Ligne 15 Ouest est prévu en souterrain, l'évaluation des effets prévisibles du projet sur les sites protégés recensés sur le tronçon présentée dans le tableau ci-après s'appuie sur plusieurs observations :

- le niveau de protection du site (inscrit ou classé) correspond généralement à un niveau d'enjeu différent (identifié en phase 1) qui influence le niveau d'impact (le classement étant une protection plus forte que l'inscription, et indiquant une sensibilité plus importante) ;
- la localisation des gares assez précisément connus ;
- la présence d'ouvrages aériens annexes (d'aération ou de sécurité) et de zones de travaux d'ores et déjà prévus et localisés ;
- la nature du site et sa configuration au niveau du projet (contexte urbain, naturel, boisé, topographie locale, site souterrain...).

La considération de l'ensemble de ces éléments permet d'évaluer les effets du projet qui seront essentiellement visuels et directs. Les impacts qui résultent de ces effets visuels portent sur l'intégrité du site et sont mises en perspective avec les motivations de protection et les qualités intrinsèques des sites.

Évaluation des interfaces du projet avec les sites classés recensés sur le fuseau d'étude

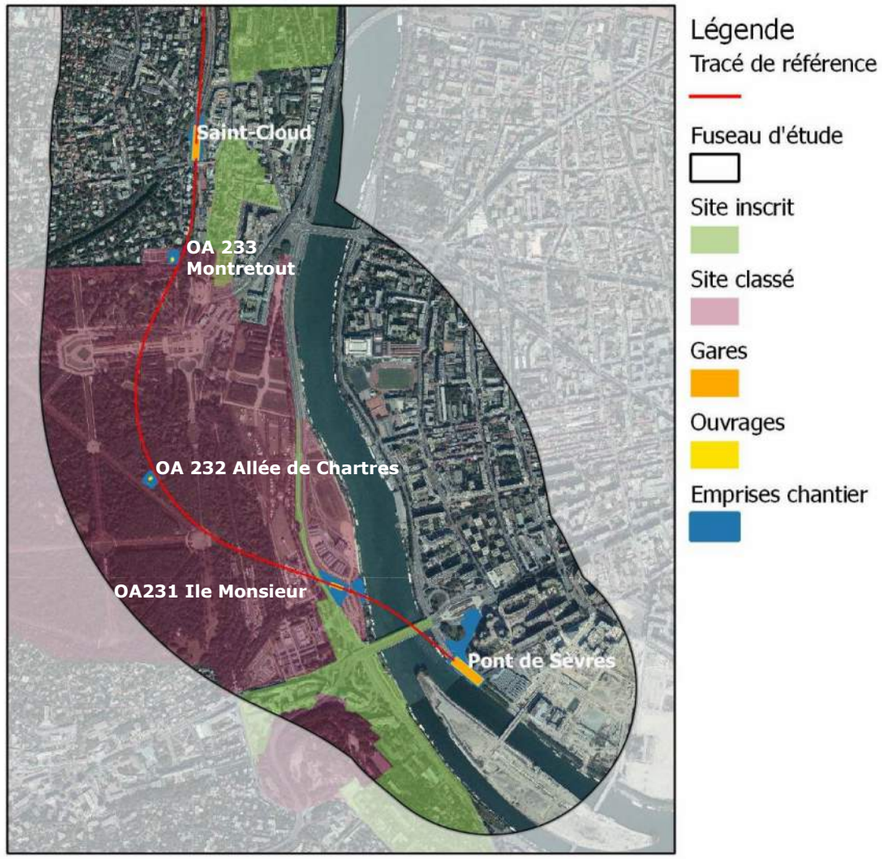
Communes concernées	*Nom du site classé*	*Surface (ha)*	*Impacts prévisibles*
Sèvres	**Domaine de Brimborion**	13,0	Ni ouvrage ni travaux dans le périmètre du site
Sèvres	**Île de Monsieur**	10,1	Classé afin de préserver de l'industrialisation les berges de Seine, ce site, classé depuis 1942, a connu des vocations très diverses dans son histoire. Il accueille depuis peu une vaste base nautique et un parking intermodal (Tramway, bus, nœud routier). Un puits d'entrée de tunnelier, un ouvrage pour l'exploitation (accès pompiers et ventilation) et une zone de travaux associée intégrant un quai de transbordement sont prévus sur le site. Le site va donc être impacté pendant les travaux comme en phase exploitation, dans le prolongement des travaux de la ligne 15 sud
Saint-Cloud/Sèvres	**Bois de Saint-Cloud et parc de Villeneuve-l'Etang**	438,4	Deux ouvrages annexes à vocation double (puits de ventilation et accès pompiers) sont prévus sur le périmètre du site classé. Le premier est situé à l'intersection entre l'allée de Chartres et deux allées secondaires. L'emprise des travaux nécessaire à la réalisation de cet ouvrage nécessite un déboisement. Le second est situé au nord du parc entre le jardin du Trocadéro et le Parc de Montretout sur une parcelle close (murs) non accessible au public. L'emprise chantier est situées sur une plateforme servant au stockage de déchets verts et sur d'anciens jardins. Comme indiqué dans la pièce D du dossier, d'autres variantes sont encore à l'étude, en concertation avec les conservateurs du domaine national de Saint-Cloud pour réduire les effets du projet sur le site Le site va donc être impacté pendant les travaux comme en phase exploitation
Saint-Cloud	**Hippodrome de Saint-Cloud**	74,3	Ni ouvrage ni travaux dans le périmètre du site
Suresnes	**Vigne communale**	0,8	Ni ouvrage ni travaux dans le périmètre du site
Puteaux	**Parc Lebaudy**	4,5	Ni ouvrage ni travaux dans le périmètre du site
Courbevoie	**Parc du château de Bécon**	3.2	Ni ouvrage ni travaux dans le périmètre du site

Évaluation des impacts du projet sur les sites inscrits recensés sur le fuseau d'étude

Communes concernées	*Nom du site inscrit*	*Surface (ha)*	Impacts prévisibles
Sèvres/Meudon	Immeubles nus et bâtis	34,3	Ce site n'est pas directement concerné par les travaux mais certains équipement annexe aux installations de chantier de l'ile Monsieur (signalisation, zones de stockage…) pourraient être installées dans ce site.
Sèvres/Saint-Cloud/Boulogne-Billancourt	Pont de Sèvres, place de la manufacture, route nationale 187 et terrains libres	3,0	Le site est traversé par le tracé de référence sous le pont de Sèvres et sous la route départementale 7. Aucun travaux ou aménagement émergeant n'est prévu à l'intérieur du périmètre du site, mais certains équipement annexe aux installations de chantier de l'ile Monsieur (signalisation…) pourraient être installées dans ce site.
Saint-Cloud	Quartiers anciens	5,4	Ni ouvrage ni travaux dans le périmètre du site
Saint-Cloud	Château et parc de Béarn	12,6	Ni ouvrage ni travaux dans le périmètre du site
Suresnes	Cité Jardin	33,8	L'OA 243 est prévue en marge du site au niveau du carrefour de la Croix du Roi ce qui implique une emprise chantier et une émergence en phase d'exploitation
Nanterre/ Suresnes	Terrasse et forteresse du Mont-Valérien	59,7	Ni ouvrage ni travaux dans le périmètre du site
Nanterre	Centre ancien	18,0	Ni ouvrage ni travaux dans le périmètre du site.
Neuilly-sur-Seine	Quartiers urbains	116,1	Ni ouvrage ni travaux dans le périmètre du site
Gennevilliers	Cité-jardin	9,7	Ni ouvrage ni travaux dans le périmètre du site

Ainsi, deux sites classés (ceux de l'Ile Monsieur et du Bois de Saint-Cloud et parc de Villeneuve-l'Étang) et trois site inscrit (les « Immeubles nus et bâtis », de Sèvres et Meudon, le « Pont de Sèvres, place de la manufacture, route nationale 187 et terrains libres » et la « Cité Jardin » de Suresnes sont potentiellement impactés par le projet de métro.

Pour l'ensemble des autres sites classés et inscrits, 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.



Localisation des ouvrages et emprises travaux dans le secteur Pont-de-Sèvres – Saint-Cloud

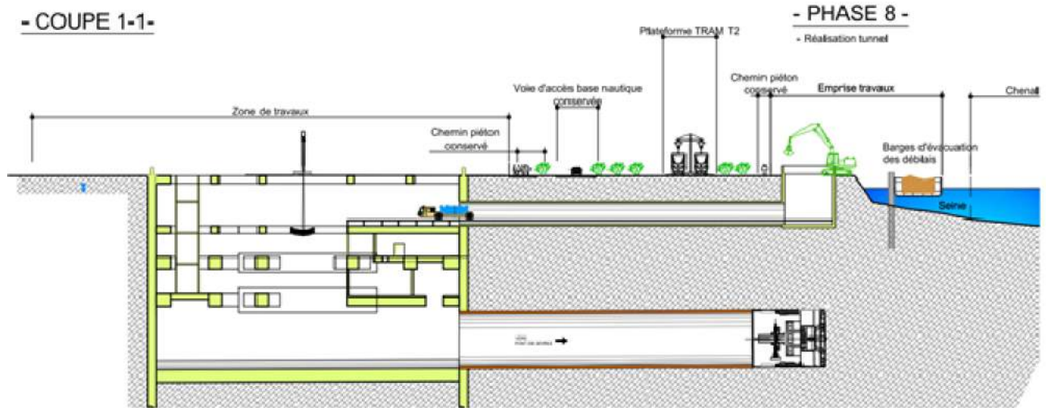
Site de l'île Monsieur et sites inscrits voisins (cf. « Immeubles nus et bâtis », de Sèvres et Meudon, le « Pont de Sèvres, place de la manufacture, route nationale 187 et terrains libres »)

Malgré la recherche de solutions alternatives (cf. pièce D du dossier et chapitre précédent), le site classé de l'île Monsieur n'a pu être évité. Le site classé de l'île Monsieur accueillera des installations de chantier (puits d'accès tunnelier et un quai de transbordement) et un ouvrage de sécurité en phase exploitation. Cette solution permet néanmoins un accès direct à la Seine, et l'évacuation des déblais liés au creusement par barge fluvial, ce qui évite un nombre très important de camions et toutes les nuisances liées à ce type de mode de transport.

Site classé de l'île de Monsieur depuis le Pont de Sèvres

Le puits de descente du tunnelier sera construit lors de l'aménagement de la ligne 15 Sud mais les installations de chantier seront maintenues jusqu'à l'achèvement du tronçon de la ligne 15 Ouest concerné. Une partie de la végétation aura été détruite lors des travaux de la ligne 15 sud.

Les impacts en phase travaux de la ligne 15 Ouest sont donc liés essentiellement à la présence des installations chantiers (palissades, baraquements, grues, portiques…) et indirectement aux nuisances (bruits, poussières, circulation d'engins modification des circulations piétonnes…) occasionnées par les activités de chantier sur les usages actuels du site (cf. chapitres spécifiques). Compte tenu des caractéristiques du site, de son exposition aux vues et de la proximité des usages maintenus, les impacts en phase travaux sont fort sur le site classé, faibles sur les sites inscrits voisins.



Coupe de principe des installations de chantier sur l'ile Monsieur
(grues à tour non représentées)
(illustration issues des études préliminaires –source EGIS/Société du Grand Paris)

En phase exploitation ne persisteront qu'une trappe d'accès pompier et une grille d'aération intégrées dans le projet de réaménagement global du parking de l'île Monsieur porté par la Communauté d'agglomération GPSO. Les impacts seront donc modérés.

Site classé « Bois de Saint-Cloud et parc de Villeneuve-l'Étang »

Comme exposé précédemment (cf. pièce D du dossier et chapitre précédent), le site n'a pu être évité puisque les ouvrages de sécurité ne peuvent être distant de plus de 800m. Le projet prévoit ainsi l'installation de deux ouvrages de sécurité au sein du périmètre du site classé entrainant un déboisements, une activité de chantier et des circulations pendant plusieurs années (20 à 32 mois).

À ce stade des études techniques, deux localisations sont possibles pour chacun des deux ouvrages selon la méthode constructive retenue. S'agissant de l'ouvrage 232, son implantation est prévue au sein d'une zone boisée, ou en limite de boisement. Au vu de l'emprise nécessaire pour ce type d'ouvrage, et des possibilités d'intégration paysagère, sa construction ne remet pas en cause l'identité du site et ses qualités. S'agissant de l'ouvrage 233, son implantation est prévue soit au niveau d'une zone technique du parc, soit en limite extérieure du parc. De ce fait, il son effet reste limité sur le paysage.

Comme indiqué dans la pièces D, les études se poursuivent en collaboration avec l'administration du Domaine de Saint-Cloud et avec l'inspecteur des sites afin de minimiser les effets du projet tant en phase travaux qu'en phase exploitation.

Site inscrit de la Cité Jardin de Suresnes

L'aménagement de l'OA243, très localisé et en marge du site n'induit la destruction d'aucun bâtiment. Le chantier étant situé dans une rue ceinturant le site, il ne remet pas en cause l'intégrité du site, sont impact est faible. Une AMVAP ayant été instaurée pour la maitrise de la qualité urbaine de ce site, les impacts sur ce site inscrit sont développés dans le chapitre relatif aux AMVAP.

3.13.1.2 Impacts sur les monuments historiques

L'objectif du réseau de transport public urbain étant de desservir les centralités et les milieux habités, le projet s'approche donc 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 et plus spécifiquement lors des études d'avant-projet sommaire, est celui de limiter fortement l'impact direct du projet sur le patrimoine protégé. De plus, sur la totalité de la Ligne 15 Ouest, le principe de construction en souterrain du réseau de transport public permet de limiter fortement l'impact direct du projet sur le patrimoine protégé.

Les périmètres de protection de nombreux monuments historiques classés et inscrits sont traversés et concernés par le passage du réseau de transport public de la Ligne 15 Ouest, **toutefois seuls deux ouvrages du métro sont susceptibles de concerner un monument historique.**

Monuments historiques concernés par le projet en phase chantier

Éléments du projet	*Nom*	*Statut*	*Commune*	*Commentaires*	*Impacts prévisibles*
Secteur d'aménagement de l'OA 232 accès pompiers (Allée de Chartre)	Bâtiments et sols du Domaine de Saint-Cloud	Partiellement classé	Saint-Cloud	Le Domaine de national de Saint-Cloud (monument national) est vaste et s'étend sur plusieurs communes (Sèvres, Saint-Cloud, Marnes-le Coquette, Ville-d'Avray). Il comprend plusieurs éléments protégés (cascade, bassin, usine de céramique, allée ; école technique, monument, four industriel, terrasse). Occupant le coteau qui domine la rive gauche de la Seine, il bénéficie d'une position naturelle de belvédère. L'essentiel du Domaine est occupé par un boisement traversé par de nombreuses allées.	Le projet de puits est situé sur les parcelles E 105 et 106 à l'intersection entre l'allée de chartres et deux allées secondaires. Le sol de ces parcelles est protégé. L'ouvrage est prévu sur une zone boisée. Un déboisement est donc à prévoir au niveau de l'ouvrage et de l'emprise chantier.
Secteur d'aménagement de l'OA 233 Puits de ventilation/ accès pompiers (Montretout)					Le projet de puits est situé sur la parcelle E 33 au niveau d'un espace dédié aux services techniques du parc (cf. figure plus bas). Le sol de cette parcelle est protégé.

À l'échelle de l'ensemble du monument classé, l'impact des deux ouvrages reste ponctuel et très localisé. Toutefois, les travaux envisagés étant de nature à affecter sa consistance ou son aspect, ils sont donc soumis à autorisation en application de l'article L.621-9 du Code du Patrimoine.

Par ailleurs, comme évoqué précédemment dans la partie relative aux sites classés, les difficultés de circulation des engins dans le domaine peuvent créer des nuisances et des impacts indirects importants.

Secteur d'implantation de l'ouvrage annexe près de l'allée de Chartres – source : Société du Grand Paris – Biotope, 2014

Secteur d'implantation de l'ouvrage dans le secteur de Montretout– source : Société du Grand Paris – Biotope, 2014

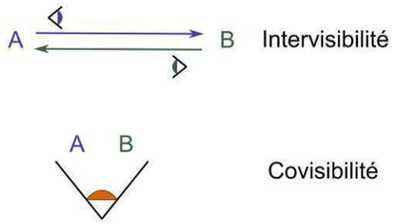
Effets visuels portant atteinte à la monumentalité des édifices protégés

Le tracé de la Ligne 15 Ouest étant intégralement souterrain, les éléments pouvant porter atteinte à la monumentalité ou à l'identité des éléments de patrimoine protégés au titre des monuments historiques en intervenant dans leur champ de visibilité sont localisés au niveau :

- Des émergences aériennes du réseau (gares, ouvrages annexes, sites de maintenance ...) qui ponctuent le tracé. Leurs impacts, liés à la phase exploitation, seront principalement pérennes ;

- Des installations nécessaires à la phase travaux seront à l'origine d'impacts visuels principalement temporaires (installation de bases vie de chantier, stockage de matériaux, passages d'engins,...) mais aussi permanents (abattage d'arbres, défrichement,...).

Ces effets visuels seront essentiellement étudiés dans le périmètre de protection des monuments historiques prévu par la réglementation dans l'article L.621-30 du code du patrimoine (distance de 500 m autour de l'immeuble protégé, ou périmètre de protection modifié (PPM) le cas échéant). Ils pourront être issus de deux types de relations visuelles qui seront distinguées : le projet est visible depuis le monument et réciproquement (intervisibilité) ou le monument et le projet sont visibles simultanément depuis un lieu précis (co-visibilité).



L'analyse qui suit présente donc une première évaluation des niveaux de risque sur les monuments historiques concernés par les ouvrages de la Ligne 15 Ouest, qui sera affinée par la suite lors des études complémentaires et dossiers réglementaires (permis de construire par exemple).

Pour évaluer ces relations visuelles, la méthode utilisée a constitué en premier lieu à analyser la potentialité au moyen d'une pré-analyse cartographique. 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*.

L'impact du projet sera principalement lié à la possibilité de relations visuelles avec les monuments, qu'il s'agisse de co-visibilité ou d'intervisibilité. Pour chaque monument dont le périmètre de protection intersecte un élément de la phase travaux, la potentialité de relations visuelles est mesurée suivant un degré de perception forte, moyenne, faible ou inexistante qui concerne aussi bien l'intervisibilité ou la co-visibilité.

Ces observations sont consignées dans le tableau suivant qui reprend chaque ouvrage émergeant de la ligne intervenant dans le périmètre de protection d'un monument historique.

Aucun secteur d'aménagement, et a fortiori aucun travaux, ne concernent les monuments historiques dont le périmètre de protection est situé en marge du fuseau. Le projet n'a donc aucun impact sur les abords de ces monuments.

Évaluation des relations visuelles entre les monuments historiques et les éléments émergents du projet

Éléments du projet	*Commune*	*Monument*	*Statut*	*Adresse*	*Relations visuelles*	*Commentaires*
Secteur d'aménagement de la Gare 'Pont de Sèvres' (traitée dans les dossiers relatifs à la Ligne 15SUD, éléments présents pour rappel)	Sèvres	Collège arménien	inscrit	26 rue Troyon	**FAIBLES**	Le chantier sera visible par l'intervisibilité permise par la réciprocité des vues rive à rive au travers de la Seine, filtrée par la végétation arborée en rive gauche. Co-visibilité possible depuis la rue Troyon. Ce constat pourrait évoluer en fonction du projet réalisé sur l'île Seguin qui s'interpose mais qui est pour le moment nue et dévégétalisée.
		Cristallerie ou Manufacture des cristaux de la Reine	inscrit	16 rue Troyon		
		Immeuble	inscrit	11 pl. de la Libération	AUCUNE	Le nœud routier qui s'interpose entre le chantier de la gare et l'édifice protégé ne permet pas de relation visuelle entre les deux éléments.
		Les six fours de la manufacture nationale de porcelaine	classé	4 Grande Rue	AUCUNE	Les fours sont situés dans les bâtiments de l'ancienne manufacture.
		Ancienne école nationale de Céramique (lié au Domaine National de Saint-Cloud)	classé	/	**FAIBLES**	La co-visibilité partielle et indirecte sera ponctuellement possible depuis la RD910 à proximité de l'emprise du chantier.
Puits tunnelier (Ile de Monsieur)	Sèvres	Collège arménien	inscrit	26 rue Troyon	**FAIBLES**	Dans un contexte urbain dégradé, le nœud routier et les bâtiments qui s'interposent entre le projet et les édifices protégés limitent les relations visuelles entre les deux éléments. En phase chantier les grues pourront toutefois être en covisibilité notamment depuis la rive droite de la Seine
		Immeuble	inscrit	17 Grand-Rue		
		Immeuble	inscrit	11 pl. de la Libération		
		Cristallerie ou Manufacture des cristaux de la Reine	inscrit	16 r. Troyon		
		Les six fours de la manufacture nationale de porcelaine	classé	4 Grande Rue	AUCUNE	Les fours sont situés dans les bâtiments de l'ancienne manufacture
		Ancienne école nationale de Céramique (liée au Domaine National de Saint-Cloud)	classé	RD 910	**FORTES**	Depuis le domaine, les panoramas sont dirigés vers la Seine et le chantier puis les ouvrages. Depuis la rive opposée et le Pont de Sèvres, le chantier et le domaine seront en covisibilité
	Saint-Cloud	Bâtiments et sols du Domaine de Saint-Cloud	Partiellement classé	/		
Secteur d'aménagement de l'OA 232 Puits de ventilation/ accès pompiers (Allée de Chartre)	Saint-Cloud	Bâtiments et sols du Domaine de Saint-Cloud	Partiellement classé	/	**FORTES**	Le chantier est prévu à l'intérieur du monument
Secteur d'aménagement de l'OA 233 Puits de ventilation/ accès pompiers (Trocadéro)	Saint-Cloud	Bâtiments et sols du Domaine de Saint-Cloud	Partiellement classé	/	**FORTES**	Le chantier est prévu à l'intérieur du monument
		Bâtiment du Double du Grand Livre (lié au Domaine National de Saint-Cloud)	classé	38 r. d'Orléans	AUCUNE	La position du chantier, ses dimensions et le contexte boisé du plateau ne permettent pas de relation visuelle avec les monuments situés dans le centre de Saint-Cloud
		Jardin	inscrit	7-9 av. Pozzo-di-Borgo		
		Chapelle de l'ancien Hôpital de la Reine	classé	3 pl. Silly		
		Eglise Saint-Clodoald	inscrit	14 pl. Ch. de Gaulle		
Secteur d'aménagement de la Gare 'Saint-Cloud-Transilien'	Saint-Cloud	Bâtiments et sols du Domaine de Saint-Cloud	partiellement classé	/	AUCUNE	Le domaine national de Saint Cloud occupe un coteau boisé dont les perspectives s'ouvrent principalement vers la Seine et Paris et non vers ce secteur. L'urbanisation en rive gauche de la Seine empêche les covisibilités.
		Bâtiment du Double du Grand Livre (lié au Domaine National de Saint-Cloud)	classé	38 r. d'Orléans	AUCUNE	Sa position relativement éloignée de la gare et en pied de coteau le protège de relation visuelle avec le chantier de la gare
		Jardin	inscrit	7-9 av. Pozzo-di-Borgo	**FORTES**	Jardin privé surplombant l'actuelle gare SNCF et le projet de gare du métro, conçu sur dalle au-dessus du tunnel du chemin de fer. Les murs d'enceinte et de soutènement sont en limite d'emprise .
		Hôpital de la Reine (ancien)	classé	3 pl. Silly	AUCUNE	L'édifice, compris dans un tissu urbain très dense, ne sera pas soumis à des relations visuelles avec le chantier de la gare
		Eglise Saint-Clodoald	inscrit	14 pl. Ch. de Gaulle	**FAIBLES**	Le clocher de l'église émerge au-dessus de l'ensemble urbain qui l'entoure et est visible conjointement au site de la future gare, ponctuellement depuis la rue Gounod. A l'inverse, aux abords de l'église, le chantier de la gare ne sera pas visible, le champ visuel étant efficacement obstrué par le bâti proche et la topographie
		Villa Mirande	inscrit	3 rue de Montesquiou	AUCUNE	La villa est située dans un secteur résidentiel boisé, qui la protège des vues vers le chantier de la future gare.

Éléments du projet	*Commune*	*Monument*	*Statut*	*Adresse*	*Relations visuelles*	*Commentaires*
Secteur d'aménagement de lOA 241 (rue Armengaud à Saint-Cloud)	Saint-Cloud	Hippodrome de Saint-Cloud	partiellement inscrit	La Fouilleuse	AUCUNE	Le secteur d'aménagement est situé en marge extérieure des périmètres de protection du monument historique. Les secteurs bâtis et la végétation qui s'interposent entre l'emprise chantier des puits et l'édifice, ainsi que les dimensions des puits ne permettent pas de relations visuelles.
Secteur d'aménagement de l'OA 242 (jardin des Tourneroches à Suresnes)						
Secteur d'aménagement de l'OA 243 (avenue de la fouilleuse, Suresnes)	Saint-Cloud	Hippodrome de Saint-Cloud	partiellement inscrit	La Fouilleuse	AUCUNE	Le secteur d'aménagement est situé dans le périmètre de protection du monument historique. Les secteurs bâtis et la végétation qui s'interposent entre l'emprise chantier des puits et l'édifice ne permettent pas de relations visuelles.
	Suresnes	École de plein air - sol	Classé	58-60 avenue des Landes	AUCUNE	Le secteur d'aménagement est théoriquement situé dans le périmètre de protection qui a été remplacé par l'AMVAP de Suresnes, pour la présence de la Cité Jardin plutôt que pour des relations visuelles
Secteur d'aménagement de l'OA 244 (rue Lakanal, Rueil-Malmaison)	Suresnes	École de plein air - sol	Classé	58-60 avenue des Landes	**FAIBLE**	Le secteur d'aménagement est pressenti dans le périmètre de protection qui a été remplacé par l'AMVAP de Suresnes. Il n'existe plus de servitudes liées aux monuments historiques dans ce secteur. La zone pavillonnaire et surtout le terrain de sport laissent entrevoir le Mont Valérien sans remettre en cause sa monumentalité.
		Mont Valérien	Partiellement classé et inscrit	/		
Secteur d'aménagement de la Gare 'Rueil-Malmaison'	Suresnes	Mont Valérien	Partiellement classé et inscrit	/	AUCUNE	L'ouvrage est assez proche du Mont-Valérien, mais le périmètre de protection a été remplacé par l'AMVAP de Suresnes qui ne concerne pas le secteur de la gare.
Secteur d'aménagement de l'OA 251 (rue Bernard Palissy, Rueil-Malmaison)					AUCUNE	Ces ouvrages ne sont concernés par aucun périmètre de protection.
Secteur d'aménagement de l'OA 252 (rue des vignes, Nanterre)						
Secteur d'aménagement de la Gare 'Nanterre La Boule'	Nanterre	Cathédrale Sainte-Geneviève - Saint-Maurice	inscrit et partiellement classé (clocher)	22 r. de l'Eglise	AUCUNE	La gare est en marge du périmètre Le dense tissu urbain ne permet pas de relation visuelle.
Secteur d'aménagement de l'OA 261 et de l'OA262 (Avenue Frédéric et Irène Joliot-Curie, Nanterre)					AUCUNE	Ces ouvrages ne sont concernés par aucun périmètre de protection.
Secteur d'aménagement de la Gare 'Nanterre – la folie'						
Puit tunnelier						
Secteur d'aménagement de l'OA 271 (D914, Nanterre)						
Secteur d'aménagement de la Gare 'La Défense'						
Secteur d'aménagement de l'OA 281 (Avenue gambetta, Courbevoie)						
Secteur d'aménagement de l'OA 282 (rue J.P. Timbaud à Courbevoie)	Courbevoie	Ancien hôtel de Guines	Partiellement classé	51 r. de Visien	**FORTES**	Une partie des décors intérieurs, les façades et toitures et le sol de la parcelle sont classés. Le monument est situé en vis-à-vis direct avec le chantier, les relations d'intervisibilité et de co-visibilité depuis la rue Jean-Pierre Timbaud seront importantes.
		Eglise Saint-Pierre Saint-Paul	Partiellement inscrit	Place Hérold	AUCUNE	L'édifice est protégé à l'exception du clocher. Le bâti et la végétation interposés entre le chantier et l'édifice ne permettent pas de relations visuelles.

Éléments du projet	*Commune*	*Monument*	*Statut*	*Adresse*	*Relations visuelles*	*Commentaires*
		Hôtel de Ville	Partiellement inscrit	Pl. de l'Hôtel de Ville	AUCUNE	La partie protégée est intérieure (salle des mariages avec son décor peint).Il n'y a pas de périmètre de protection
Secteur d'aménagement de l'OA 283 (Parc des Bruyères à Courbevoie)	Courbevoie	Pavillon des Indes	inscrit	142 bd. Saint-Denis	AUCUNE	Le dense tissu urbain qui s'interpose entre le chantier et le monument protégé isole visuellement ces derniers.
Secteur d'aménagement de la Gare 'Bécon les Bruyères'	Bois-Colombes Courbevoie				AUCUNE	La gare n'est concernées par aucun périmètre de protection.
Secteur d'aménagement de l'OA 291 (av. Vaudreuil à Bois-Colombe).	Asnières-sur-Seine	Ancien dépôt de bois	inscrit	Imp. des Carbonnets	AUCUNE	L'édifice, initialement construit sur le Champ de Mars, puis déplacé à Asnières-sur-Seine en 1889, a connu plusieurs vocations successives (gare, entrepôt commercial). Le tissu urbain dense qui s'interpose entre les éléments du chantier et le monument protégé isole visuellement l'édifice.
Secteur d'aménagement de la Gare 'Bois Colombes'						
Secteur d'aménagement de l'OA 301 (Rue jeanne d'Arc, Asnières-sur-Seine)					AUCUNE	Ces secteurs ne sont concernés par aucun périmètre de protection.
Secteur d'aménagement de la Gare 'Les Agnettes'						
Secteur d'aménagement de l'OA 311 (av. G. Péri Gennevilliers)						
Secteur d'aménagement de l'OA 312 (Allée Missak Manouchian, Gennevilliers)						
Secteur d'aménagement de la Gare 'Les Grésillons'						
Secteur d'aménagement de l'OA 321 (quai des grésillons, Genevilliers)	L'Ile-Saint-Denis	Centre sportif municipal de Saint-Ouen	Partiellement Inscrit et classé	Ile des Vannes	**MODEREE**	Relations visuelles directes avec les emprises chantier. Cette intervisibilité est diminuée par la présence de la végétation en berge qui filtre les vues et par le positionnement de l'ouvrage par rapport au quai
Secteur d'aménagement de l'OA 322 (quai du Châtelier, Saint-Ouen)	L'Ile-Saint-Denis	Centre sportif municipal de Saint-Ouen	Partiellement Inscrit et classé	Ile des Vannes	**FAIBLE**	Le front bâti dense ne permet aucune relation visuelle directes, mais des covisibilités atténuées par la végétation sont possibles depuis le pont (RD20)notamment.
	Saint-Ouen	Abords de l'église du vieux Saint-Ouen	Inscrit	/	**FAIBLE**	Des relations visuelles existent entre cette église. Le clocher et son pignon sont visibles depuis le quai châtelier même si la végétation des berges filtres les relations visuelles.
		Château de Saint-Ouen	Partiellement inscrit et classé	12-46 rue Albert Dhalène	AUCUNE	Le pont, le front bâti élevé ne permet aucune relation visuelle avec le château.
Secteur d'aménagement de l'OA 330 (boulevard Finot, Saint-Denis)	Saint-Ouen	Abords de l'église du vieux Saint-Ouen	Inscrit	/	AUCUNE	L'ouvrage est situé en marge du périmètre de protection et bâtiment et végétation ne permettent aucune relation visuelle avec ce centre municipal.

Dans la traversée de ces périmètres, la nature et l'importance de l'impact du projet prévu en souterrain sont essentiellement liées aux impacts temporaires liés à la réalisation des travaux, les émergences en phase exploitation étant, sauf pour les gares, réduits. De plus, la plupart des monuments ne s'inscrivent pas dans un contexte urbain sensible.

A la lecture du tableau précédent, plusieurs secteurs ou monuments protégés sont concernés par des relations visuelles significatives avec les éléments du projet.

En premier lieu, le secteur du pont de Sèvres accueille de nombreux monuments. La Gare Pont de Sèvres aura été aménagée lors de la mise en place de la ligne 15sud, les relations visuelles sont permises par la réciprocité des vues rive à rive au travers de la Seine. Toutefois, la gare est prévue dans un secteur très artificialisé ne participant pas à la mise en valeur des monuments (contexte de nœud routier).

Concernant les **installations de chantier dans le site de l'ile Monsieur**, le site a été classé pour la préservation des perspectives vers et depuis le Domaine de Saint-Cloud. Les impacts sur celui-ci et sur la Manufacture de Porcelaine sont donc très liés aux impacts sur le site classé (cf.3.13.1.1). L'impact du chantier sur les filtres végétaux qui participent à la qualité de la composition est donc particulièrement important notamment en phase chantier. En phase exploitation, l'ouvrage intégré dans le site classé, ne devrait plus être perceptibles ou en covisibilité avec les différents monument historiques.

Ensuite, **le Domaine National de Saint Cloud** étant directement concerné avec deux ouvrages aménagés aux sein même de ce vaste monument historique les impacts sont plus en terme d'intégrité qu'en terme de relations visuels (cf.3.13.1.1) d'autant que les secteurs concernés ne seront pas visibles d'autres monuments protégés.

Au niveau de Saint-Cloud, **le projet de la gare Saint-Cloud** est situé en contrebas du mur de soutènement du jardin Stern inscrit et à proximité immédiate l'église. Le projet de gare ne remet pas en cause la qualité urbaine du quartier ancien de Saint-Cloud qui accueille l'église et est par ailleurs un site inscrit. Les affouillements nécessaires à la construction de la gare souterraine seront réalisés au pied du mur de soutènement du jardin. Les études d'avant-projet ont précisé la faisabilité du projet et ont confirmé la préservation du mur du jardin et proposés un parti d'aménagement permettant la mise en valeur du monument.

Exemple de principe d'aménagement de la gare de Saint-Cloud (Société du Grand Paris)

A Courbevoie, le secteur d'aménagement de l'ouvrage annexe **OA 282** est prévu à proximité d'un monument classé (ancien hôtel de Guines) au niveau du square des Brunettes, ce qui permet à la fois une co-visibilité et une intervisibilité entre l'édifice protégé et le projet d'ouvrage situés chacun d'un côté de la rue. Ce monument de la fin du 18ème s. s'inscrit dans un contexte urbain beaucoup plus récent sans grande homogénéité. Par contre, bien que récent, le square joue avec les espaces verts environnant un rôle de transition entre ces différentes architectures. Considérant que tout ou partie du couvert arboré du square va être détruit pour les besoins du chantier, l'impact du chantier sur l'édifice protégé sera modéré car essentiellement paysager en phase travaux et faible en phase exploitation lorsque le square aura été réaménagé.

Enfin, **le centre sportif situé sur l'Île-Saint-Denis** (inscrit) sera soumis à des relations d'intervisibilité avec le projet d'ouvrage OA321 sur la rive opposée à Gennevilliers. Ces vues seront filtrées par la végétation des rives du bras de Seine et le contexte industriel et commercial dans lequel s'insère l'ouvrage tempère l'impact qui sera faible en phase chantier et d'autant plus que l'ouvrage sera éloigné du quai en phase exploitation.

Pour les autres monument historiques et secteurs d'aménagement, même si les relations visuelles sont faibles ou nulles, dans tous les cas où des interventions sont prévues dans les périmètres de protection des monuments historiques (servitudes d'utilité publique), les travaux nécessitant une autorisation d'urbanisme (permis de construire notamment) seront soumis à l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France.

3.13.1.3 Impact sur les ZPPAUP/AMVAP de Suresnes et de Gennevilliers

La ZPPAUP de Gennevilliers est intersectée par le fuseau mais aucun ouvrage n'est prévu dans cette zone. Le projet n'a donc aucun impact sur ce périmètre.

Le tracé étant souterrain, seule une émergence (OA243) est prévue en marge de l'AMVAP de Suresnes au niveau du carrefour de la Croix du Roy. L'AMVAP a été instituée dans ce secteurs afin de maitriser l'évolution de la Cité Jardin (par ailleurs inscrite au titre des monuments et sites naturels). Situé dans une rue délimitant le quartier à préserver, au pied d'un immeuble caractéristique, le chantier et l'ouvrage ne portent pas atteinte à l'unité du quartier à préserver. L'impact le plus important, mais relativement modéré est lié à la phase chantier et à l'abattage des arbres du début de l'avenue de la Fouillouse et aux nuisances éventuelles (visuelles notamment) liées aux installations de chantier.

En phase exploitation, l'impact est faible, la trappe et la grille d'aération éventuelle étant insérés dans les équipements de la voirie.

3.13.1.4 Mesures d'évitement et de réduction des effets du projets sur le patrimoine culturel

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 réduire fortement l'impact direct du projet sur le patrimoine protégé (cf. pièce D du présent dossier).

La principale mesure d'évitement consiste dans le choix d'un principe de construction en souterrain du métro qui permet de limiter fortement l'impact direct du projet sur le patrimoine protégé.

Toutefois, du fait de la superposition de nombreuses contraintes et du grand nombre de monuments historiques présents sur certains secteurs (Sèvres et Saint-Cloud notamment), le principe d'évitement appliqué n'a pas permis de supprimer tous les impacts sur les monuments historiques.

Mesures de réduction générales

- Mesures générales : D'une manière générale et **lorsque les impacts du projet sur le patrimoine culturel sont nuls à modérés**, les mesures de réduction ou de suppression d'impact rejoignent les mesures générales pour limiter les effets sur le paysage.

  En phase chantier, il s'agit de réduire la durée des travaux et de soigner la qualité des installations de chantier afin de réduire les impacts visuels temporaire et les nuisances identifiées telles que les poussières, le bruit,etc.

  Pour la phase exploitation, la réduction des impacts consistent en un soin particulier à l'étude architecturale et à l'insertion paysagère de ces émergences (cf. chapitre relatif au paysage).

  Comme évoqué précédemment, pour les émergences situées dans les servitudes liées au patrimoine culturel, les principes d'aménagement retenus en phase projet seront soumis à l'avis de l'Architecte des bâtiments de France.

Mesures spécifiques à certaines ouvrages ayant un impact important sur le patrimoine culturel

- La **gare de Pont de Sèvres** étant aménagée lors de l'aménagement de la ligne 15 sud, aucune mesure complémentaire n'est prévue dans le cadre du présent dossier.

- L'aménagement des installations de chantier et des ouvrages nécessaires à l'exploitation du réseau sur **l'Ile Monsieur** feront l'objet d'un dossier d'autorisation de travaux en site classé en cours d'élaboration dans le cadre des dossiers de la Ligne 15SUD. L'insertion des installations de chantier et des ouvrages est également un enjeu par rapport aux monuments historiques voisins (cf. Bâtiments et sols du Domaine de Saint-Cloud et ancienne école nationale de céramique notamment). Afin de limiter les effets du projet sur le site classé, sur les sites inscrits et monuments historiques voisins quelques orientations ont d'ores et déjà été retenues :

  - Limitation des emprises et maintien des usages et des capacité d'accueil du site

  - Passage en souterrain (micro tunnelier) entre le puits d'accès au tunnel et le quai de transbordement

  - Maintien de la végétation structurante permettant de filtrer les vues depuis les espaces fréquentés, la rive droite de la Seine ou depuis les monuments historiques.

  - Soin particulier dans l'aménagement des palissades de chantier en cohérence avec la palette de couleur utilisé pour l'aménagement du centre nautique

  - Utilisation de grues de couleur sombres, unies pour éviter qu'elles n'apparaissent en contraste devant la masse boisée sombre et homogène du parc de Saint-Cloud depuis la rive droite et d'aspect soignée (aspect irréprochable, pas de logo, pas de décoration…)

  - Intégration des ouvrages (trappes et grilles de ventilation) dans un principe de réaménagements global du parking de l'ile Monsieur en évitant les éléments saillants (intégration des ouvrages dans des édicules ou dans des mouvements de terrains adaptés).

- Les **installations de chantier et les ouvrages aménagés dans le Domaine National de Saint-Cloud** (site classé et monument historique) font l'objet d'études complémentaires afin de rechercher en collaboration avec l'administration du domaine et le conservateur, les variantes de moindre impact (cf. pièce D du présent dossier).

  D'une manière générale, quelques soit la variante finalement retenue, en phase chantier, il conviendra de limiter l'ampleur des emprises et de conserver les masques végétaux existants. Concernant les effets indirects du chantier (altération des structures de chaussées, mise au gabarit de la végétation, ajustement des rayons de giration, utilisation de bandes transporteuses…), il convient d'être particulièrement attentif dans le choix de la variante, les impacts pouvant être globalement très forts. Pour les impacts permanent, les aménagements (trappe et grille d'aération) devront s'inscrire dans un certaine logique de composition du parc ; selon deux principes complémentaire. Soit d'intégration, en rendant l'ouvrage très peu visible, non saillant par rapport au terrain naturel et dans une certaine continuité en termes de matériaux ou de végétation. Soit en aménageant un édicule ayant une qualité architectural affirmée.

  Pour l'ouvrage allée de Chartres (OA232), les déboisements seront réduits à la zone située entre les deux chemins descendant vers l'est ce qui permet de maintenir le front boisé parallèle à l'allée. Dans la même logique les arbres d'alignement de l'allée devront être conservés avec une attention particulière au gabarit. En phase exploitation, afin d'éviter les vues directes sur les ouvrages depuis l'allée de Chartres, une haie libre sera plantée à l'ouest et les accès seront perpendiculaires aux chemins descendants vers l'est.

  Le maintien du mur et des haies existantes permet de limiter de manière importante les effets de l'OA233 dans le secteur de Montretout. Si ce secteur venait à être ouvert au public, il conviendrait de redéfinir sa fonction pour y intégrer au mieux la fonction des ouvrages du réseau de métro.

- **La Gare de St Cloud** concerne essentiellement le jardin Stern. Les impacts sont essentiellement temporaires et liés au chantier. L'aménagement d'un jardin sur dalle au pied du mur de soutènement, plutôt qu'un parking comme actuellement, permet de mettre en valeur ce patrimoine.

- l'**OA282** évite l'ancien hôtel de Guisne. Comme pour les autres monuments, l'intégration paysagère des installations de chantier permet de limiter les effets du projet en phase chantier. Un réaménagement du square des Brunettes avec en bord de rue une haie permettra de redonner à celui-ci sa fonction de transition et de lien entre les différentes architectures.

En matière de paysage, l'analyse des effets du projet consiste en l'analyse de ses effets visuels. Les variantes du tracé étant prévues en souterrain, les effets visuels seront majoritairement faibles et localisés. Néanmoins, il s'agira d'étudier :

- les effets visuels en phase travaux. Ces effets seront principalement temporaires ;
- les effets visuels des émergences liés à l'exploitation du métro (gares, puits de ventilation, accès pompiers, etc.). Ces effets seront permanents mais limités à des vues immédiates compte tenu de leur faible émergence visuelle et du contexte urbain.

3.13.2 Impacts sur le paysage

3.13.2.1 Impacts généraux en phase chantier

Le tracé étant en souterrain, les effets visuels en phase travaux sont liés :

- aux emprises nécessaires aux travaux de réalisation des puits ou des gares
- 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 dédiés0 peuvent cependant agir sur la perception du paysage d'une manière globale (cf. dégradation de l'image de la perception d'un site ou d'un quartier).

Les impacts globaux du projet sur le paysage, en phase chantier sont faibles, localisés au niveau des émergences (gares et ouvrages annexes). Dans certains sites ou secteurs plus sensibles (ensembles remarquables, parcs et jardin offrant des perspectives monumentales…) les impacts en phase chantier peuvent être plus importants. Ils sont spécifiquement détaillés ci-après.

3.13.2.2 Impact généraux en phase exploitation

Comme en phase chantier, l'impact en phase exploitation sera essentiellement associé à l'impact des gares et des émergences, mais également à l'impact des travaux induits (aménagement de l'espace public, restructurations urbaines…).

Il n'est pas possible d'évaluer, à ce stade, l'effet précis de chaque ouvrage ou aménagement, le parti architectural ou paysager n'étant encore pas défini. Les réflexions paysagères pour l'aménagement des gares et de l'espace public aux abords des émergences s'inscriront dans la démarche propre à chaque site dans le cadre des CDT (cf. pièce D du présent dossier). Cette réflexion intégrera également la problématique de l'impact de la mutation urbaine ou du développement urbain environnant sur le paysage.

Toutefois, au regard de l'état initial, des enjeux, de l'emplacement envisagé pour les gares et des emprises chantier nécessaires, il est possible de préciser les impacts potentiels des ouvrages et de proposer quelques mesures d'accompagnement.

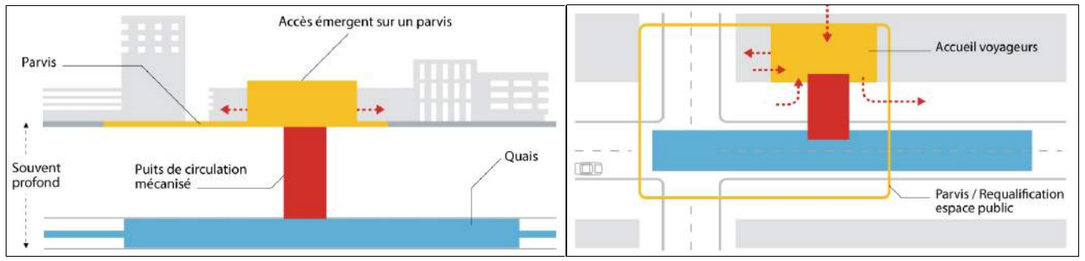
Toutes les gares prennent place dans un contexte urbain qui en favorise leur insertion paysagère. La densité du tissu bâti en limitera l'émergence visuelle. Les vues seront limitées aux abords immédiats et rapprochés. Par ailleurs, le projet de métro visant à assurer des connexions avec le réseau existant, de nombreuses gares du projet sont prévues à proximité de gares existantes. C'est le cas des gares suivantes : 'Saint-Cloud-Transilien', 'Nanterre La Folie', 'Bécon-les-Bruyères', 'Bois-Colombes' et 'Les Grésillons'. Ce contexte favorise d'autant plus l'intégration des gares.

Esquisse de la gare des Agnettes (à gauche) et de Nanterre la Boule (à droite)
Illustration à titre indicatif - Société du Grand Paris

Les gares

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.

La Société du Grand Paris s'est engagée, avec le cabinet d'architecture Jacques Ferrier, dans la définition d'une charte pour la conception des gares, qui définira les ambiances, la palette des matériaux, les types de mobiliers, les orientations en termes de lumières ou d'acoustique. Ce cadre cherche à assurer une conception maîtrisée sur tout le réseau, permettant de respecter le cadre des enveloppes budgétaires et les délais de mises en service prévus. 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. Chacune des gares fera l'objet d'études de conception spécifiques en lien avec les collectivités locales concernées. L'effet visuel de la nouvelle gare sera faible, notamment du fait des études de conception architecturales menées de manière concomitante aux phases d'étude AVP/PRO.



Principes de fonctionnement des gares du Grand Paris (*site Internet www.societedugrandparis.fr)*

Les puits de ventilation et accès pompiers ne seront pas « visuellement » raccrochés à un tracé et donc ne seront pas reconnus comme tels. Pour cette raison, ils est prévu qu'ils soient aussi discrets que possible et intégrés à l'existant.

Exemples d'aspect des émergences des ouvrages annexes (source : Société du Grand Paris)

Si l'aspect visuel définitif de chaque émergence liée aux ouvrages n'est pas totalement actée (cf. études projets) ces ouvrages seront composés en surface d'une dalle de couverture pouvant être recouverte par des matériaux de même nature que l'aménagement environnant ou végétalisable (pelouse ou arbustes) équipée d'une trappe d'accès et d'une grille de ventilation (cf. ci-dessus). En fonction du contexte et dans de rares cas (cf. risque d'inondation, site sensible…), un léger surélèvement pourra être prévu dans le respect des règles en vigueur.

Concernant le paysage, le contexte étant essentiellement urbain, l'impact direct en phase exploitation du projet est donc faible hormis sur certains secteurs sensibles. En effet les ouvrages ne sont pas de nature à modifier notablement la composition urbaine ou sa perception. Par contre les impact indirects et notamment la recomposition urbaine autour des gares (hors projet) peut induire une mutation des paysages urbains (restructuration, modernisation…). A l'échelle des aires urbaines considérées et de la petite couronne, ces impacts seront toutefois modérés.

3.13.2.1 Impacts sur certains sites et secteurs sensibles

Secteurs du Pont de Sèvres, Ile Monsieur et Parc de Saint-Cloud

Les impacts du projet sur ce secteur sont présentés dans la partie relative aux impacts sur le patrimoine culturel puisque ce secteur est couvert par de nombreuses protections (sites classés, sites inscrits, monuments historiques et périmètre de protection de monuments historiques). Ceux liés à la gare Pont de Sèvres ont été traités dans le cadre de l'aménagement de la ligne 15sud.

Pour résumer et à l'échelle du secteur entier, les ouvrages (très localisés et peu perceptibles) situés dans le parc de Saint-Cloud auront un impact direct en phase travaux faibles. En fonction des difficultés rencontrées, les impacts indirects liés aux difficultés d'accès à ces sites peuvent être toutefois notables, modérés à forts.
Au niveau de l'ile Monsieur, les installations de chantiers sont très exposées, les grues s'insèreront dans la composition des vues sur le Domaine de Saint-Cloud notamment depuis le Pont de Sèvres

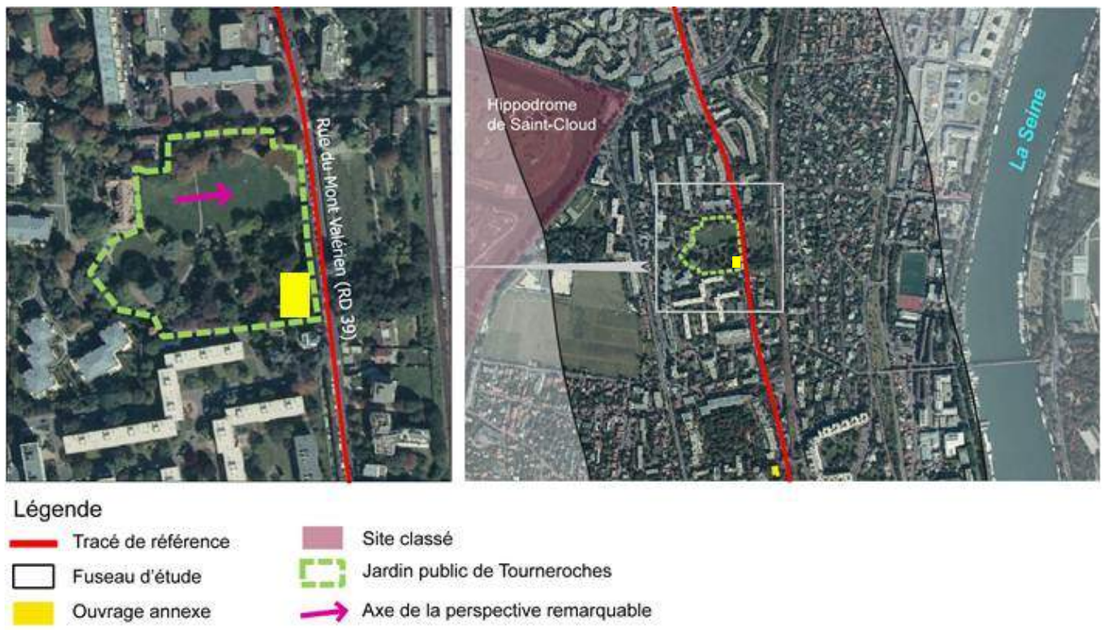
très fréquenté et point d'observation privilégié d'observation des coteaux de Sèvres et Saint-Cloud. Les impacts paysagers de ces installations sont donc forts. En phase exploitation les ouvrages seront très localisés et imperceptibles depuis les principaux axes de circulation ou points de vue, les impacts permanents du projet sur la composition paysagère et la perception des coteaux de Sèvres et Saint-Cloud est donc nuls.

Gare de Saint-Cloud, centre ancien de Saint-Cloud, AMVAP de Suresnes et site inscrit de la Cité Jardin

Comme indiqué dans la partie relative au patrimoine culturel, les impacts du projet sont limités et modérés. Ils ont impact faible à l'échelle de la composition urbain et des paysages de ces secteurs

Le parc public de Tourneroches à Saint-Cloud

À Saint-Cloud, le parc public de Tourneroches est l'un des jardins remarquable identifiés. Ce parc, situé sur le coteau dominant le Val de Seine, forme un belvédère naturel et offre un point de vue remarquable sur le Bois de Boulogne et sur Paris, axé sur la Tour Eiffel (source : PLU de Saint-Cloud). Dans les études préliminaires, un ouvrage était initialement prévu dans l'axe de la perspective cadrée par la végétation arborée du jardin mais l'ouvrage a été déplacé afin de préserver la perspective. L'emprise des travaux et les ouvrages (OA 242) se trouvent en partie basse du parc, au Sud-Est derrière la végétation vis-à-vis de la perspective mais au niveau d'une entrée du Parc. Si l'impact sur la perspectives est faible, l'impact des abattages et l'impact sur la fréquentation et la perception du parc est fort durant la phase travaux.



Localisation de l'ouvrage annexe prévu dans le jardin public de Tourneroches à Saint-Cloud

Visualisation de la localisation de l'ouvrage annexe dans le parc public de Tourneroches.

En phase exploitation, les ouvrages (trappe d'accès et grille de ventilation) de taille réduite modifieront ponctuellement la composition et la fonctionnalité de ce secteur du parc. L'impact du projet en phase exploitation est toutefois modéré.

3.13.3 Mesures d'atténuation des effets du projet sur le paysage

L'objectif du Grand Paris Express étant de desservir les centralités et les milieux habités, le projet s'inscrit dans un contexte urbain dense et très fréquenté. La principale mesure d'évitement consiste dans le choix d'un principe de construction en souterrain du métro qui permet de limiter fortement l'impact direct du projet sur le paysage. Les installations de chantier et les ouvrages restent toutefois localement très perceptibles.

Mesures d'évitement et de réduction

- **Gestion particulières du chantier et de ses abords :**

  En phase chantier, les impacts des installations de chantier seront réduites grâce à une attention particulière portées aux palissades et à la tenue du chantier. La mise en œuvre de « chantier faible nuisance » permet de réduire au maximum les effets du chantier.

  Pour les ouvrages situés dans des périmètres de monuments historiques, y compris si les impacts sont faibles à modérés, l'ABF sera consulté pour ajuster les préconisations en phase projet ou lors de l'élaboration des marchés de travaux.

  Chaque émergence fera l'objet d'une étude projet permettant d'inscrire les ouvrages résiduel (trappes et grille de ventilation) dans la continuité et la logiques des aménagements des espaces publics préexistants. La trappe pompier sera quand c'est possible, couverte d'un matériaux similaire au revêtement environnant.

Pour les aménagement en « dent creuse » (cf. OA251, OA252, OA30, OA321, OA330), c'est-à-dire quand ils ne s'inscrivent pas naturellement dans l'espace public (la route, un stade, un parking, un vaste jardin…), il s'agira de donner une fonction (square, aire de jeux, esplanade…) aux abords des puits.

L'usage de matériaux ou de formes qui paraitraient trop « industriels » (balustrades galvanisées, bordures bétons saillantes…) sera évité. Au cas par cas et en concertation avec les gestionnaires de l'espace public, les ouvrages pourraient être intégrés dans des édicules assurant d'autres fonctions nécessaires à chaque site (arrêt de bus, kiosque….).

Lorsqu'ils sont dans un contexte de jardin ou de milieux plus naturels, des plantations et un reboisement dans la continuité de la structure végétale préexistante sont des mesures simples d'intégration paysagère.

Par exemple, Parc des Bruyères à Courbevoie (OA283), le parc étant privatif et fermé la nuit, une nouvelle clôture contournera l'ouvrage et l'isolera fonctionnellement du parc. Le décrochement ainsi formé sera paysagèrement rattaché au parc par la reconstruction à l'identique de la clôture le long de la rue, dans le prolongement de la clôture existante. Des plantations arbustives continuité de la structure végétale du parc agrémenteront également cet espace.

Pour les gares, c'est une démarche d'aménagement globale portant à la fois l'architecture du bâtiment et sur l'organisation de l'espace public (formes urbaines, espaces-verts, circulations…) qui est menée en concertation avec les gestionnaires et collectivités concernés, au-delà de l'aménagement des quais et des équipements d'accueil des voyageurs réalisé dans le cadre du projet. Ainsi les gare, l'impact paysager des gares est ainsi faible.

- **Mesure de réduction spécifique au secteur Coteau de Sèvres – Saint-Cloud**

  Les mesures prévues pour l'intégration des installations de chantier sur le site classé de l'ile Monsieur ou dans le Parc de Saint-Cloud permettent de réduire les effets du projets (cf. partie relative au patrimoine culturel). L'impact de des installations de chantier sur l'ile Monsieur ne peuvent être toutefois pas être totalement supprimés. L'impact paysager des grues notamment reste fort.

3.13.4 Impacts relatifs à l'archéologie

3.13.4.1 Impacts directs et indirects

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. Ces vestiges peuvent correspondre :

- A des sites connus et répertoriés ;

- A des sites marqués par la présence d'indices ou sur lesquels pèsent un certain nombre de présomptions mais qui ne sont pas localisés précisément. Pour certains, des périmètres de saisine, avec éventuellement des seuils ont été définis en références aux décrets de 2002 et de 2004.

Les travaux sont également l'occasion de prendre connaissance des archives du sous-sol.

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.

Le patrimoine archéologique identifié au sein du fuseau d'étude de la Ligne 15 Ouest est constitué de plusieurs secteurs abritant de vestiges et de zones sensibles (cf. zones de saisines).

Toutefois, relativement peu de **vestiges connus et répertoriés** croisent le tracé de référence. Aucun projet de gare, d'ouvrage ni de zones de travaux associées ne sont situés sur des vestiges connus.

Les périmètres de saisine sur lesquels des aménagements, autre que le tracé en tunnelier, sont prévus (gares, emprises chantier, ouvrages annexes, etc.), sont détaillés ci-après en fonction du type d'aménagement.

La gare de Pont-Sèvres située en partie dans une zone de saisine aura été aménagée dans le cadre de l'aménagement de la ligne 15sud.

L'ouvrage OA282 est située dans une zone de saisine sans seuil (cf. décret 202-89) correspondant au bourg ancien et à proximité de vestiges connus.

La Gare « les Agnettes » est également située dans une même zone de saisines correspondant à un site protohistorique.

Les ouvrages OA 322 et 330 situés dans le val de Seine à l'Ile Saint-Denis et Saint-Denis sont également situés dans des zones de saisines liées à la présence de villages et installations médiévales ou d'occupation protohistoriques. Des vestiges sont d'ailleurs connus à proximité.

Ce repérage n'est toutefois pas exhaustif mais fournit une information sur la sensibilité archéologique du territoire étudié sans permettre de localiser de nouveaux sites potentiels et d'évaluer « a priori » les impacts du projet sur le patrimoine archéologique.

Toutefois, la profondeur de creusement du tunnel (minimum 9/10 m sous le niveau du terrain naturel), réduit fortement la probabilité de rencontrer et donc d'impacter des vestiges archéologiques. Il appartiendra toutefois au Service Régional d'Archéologie d'en juger dans le cadre de la réglementation sur l'archéologie préventive, en fonction de la nature des vestiges et des connaissances s'y rapportant.

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 comme les sites des gares et les ouvrages cités ci-dessus.

3.13.4.2 Mesures d'accompagnement

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 pris 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 sont prises au cours du chantier (arrêt du chantier, informations des services concernés…).

3.13.5 Impacts et mesures en phase d'exploitation

Il n'y a pas d'effets en phase exploitation sur le patrimoine archéologique.

3.13.6 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant le paysage

Secteurs concernés	*Niveau d'enjeu*	*Caractéristiques et niveau de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule	**Patrimoine culturel :** Le tracé passe par les sites classés du Bois de Saint-Cloud et parc de Villeneuve-l'Etang et de l'Île de Monsieur et le secteur concentre un nombre important de monuments historiques	Travaux et aménagements dans le site classé de l'ile : Travaux importants, très visibles, pendant une longue durée Travaux et aménagements dans le site classé et sur le terrain classé monument historique du domaine National de Saint-Cloud : Travaux très localisés avec un impact limité, incidences indirectes potentiellement notables. Travaux et aménagements dans le site inscrit de la Cité Jardin de Suresnes (AMVAP également) : Travaux de faible ampleur en marge du site. Des travaux dans le périmètre de monuments historiques : Généralement peu d'interrelations relations visuelles sauf dans le secteur du Pont de Sèvre (cf. ci-dessus) et au niveau de la Gare de Saint-Cloud	Intégration paysagère du chantier, démarche chantier faibles nuisances Réaménagement définis en partenariat avec l'inspecteur des sites et l'ABF
	Grand paysage : Sensibilité paysagère forte avec des sites à fortes valeurs patrimoniales (domaine de Saint Cloud), de nombreux belvédères et perspectives paysagères très fréquentées	Un paysage urbain assez peu sensible sauf dans les secteurs riches en patrimoine culturel (cf. préc.) et au niveau du jardin des Tourneroches	Principes généraux d'intégration paysagère intégrés en phase projet Prescriptions particulières pour le jardin de Tourneroches
	Archéologie : Vestiges connus au niveau de Saint-Cloud	Aucun vestige connu directement concerné mais des zones à enjeux traversées	Démarche d'archéologie préventive
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	**Patrimoine culturel :** Quelques monuments historiques et sites dans le fuseau	Seul l'ancien hôtel de Guisne est concerné par les travaux qui seront réalisés de l'autre côté de la rue	Démarche chantier à faible nuisance Réaménagement définis en partenariat avec l'ABF avec notamment la replantation de la haie dans le square
	Grand paysage : Un tissu résidentiel et urbain continu	Un paysage urbain très peu sensible, des ouvrages ponctuels ou des gares s'inscrivant dans la logique urbaines avec une certaine qualité architecturale	Démarche chantier faibles nuisances Principes généraux d'intégration paysagère des ouvrages
	Archéologie : Des vestiges connus à Courbevoie	L'ouvrage 282 est aménagé dans une zone connue pour présenter du patrimoine archéologique mais aucun vestige connu n'est directement touché	Démarche d'archéologie préventive
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	**Patrimoine culturel :** Quelques monuments historiques et sites dans le fuseau	Très peu d'interaction avec les monuments historiques. Le puit d'entrée du tunnelier OA321 est situé à proximité du centre sportif municipal de Saint-Ouen mais la végétation des berges filtre les vues	Démarche chantier faibles nuisances Réaménagement définis en partenariat avec l'ABF avec notamment la replantation de la haie dans le square
	Grand paysage : Un tissu résidentiel et urbain continu et des	Un paysage urbain très peu sensible, des ouvrages ponctuels ou des gares s'inscrivent dans la logique urbaine avec une	Démarche chantier faibles nuisances

	zones industrielles	certaine qualité architecturale	Principes généraux d'intégration paysagère des ouvrages
	Archéologie : des vestiges connus et de larges zones de saisine de l'Ile Saint-Denis à Saint-Denis	Plusieurs ouvrages situés dans la vallée de la Seine connue pour abriter des vestiges archéologiques	Démarche d'archéologie préventive

3.14 Population, emplois et occupation du sol

La réalisation de la Ligne 15 Ouest s'inscrit dans une politique de développement des grands territoires stratégiques de l'Ile-de-France. Dans ce sens, le projet du Grand Paris Express constitue un moteur de la croissance de la population et de l'emploi en Ile-de-France. La réalisation du projet devrait ainsi permettre :

- de favoriser les créations d'emplois, grâce à une attractivité renforcée de la région Ile-de-France auprès des acteurs économiques, et d'attirer davantage d'habitants dans la région ;

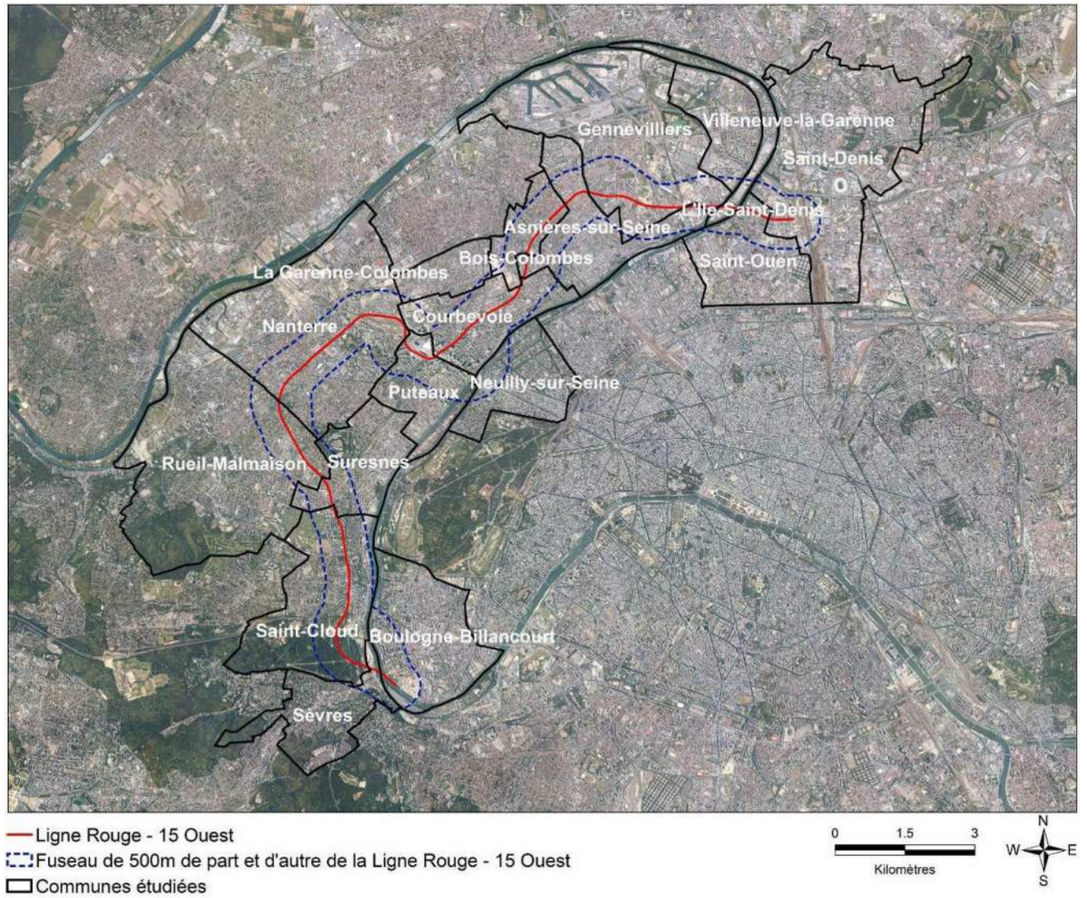
- de promouvoir un développement de la zone dense du cœur d'agglomération, directement desservie par l'infrastructure, permettant ainsi de lutter contre l'étalement urbain.

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 très 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 Grand Paris Express devrait se traduire par un impact très positif en matière de limitation de l'étalement urbain.

En tant que maillon du programme d'ensemble, la Ligne 15 Ouest 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 principale du projet à l'étude comprend la totalité du territoire des communes traversées par la zone de 500 m de part et d'autre du tracé du projet. Le périmètre comporte 18 communes et se situe dans les départements des Hauts-de-Seine et de Seine-Saint-Denis. Cependant la commune de Meudon n'a qu'une très faible part de son territoire dans cette zone (< 1 ha) et n'a donc pas été prise en compte dans l'analyse. Les 17 communes retenues sont Sèvres, Saint-Cloud, Boulogne-Billancourt, Rueil-Malmaison, Suresnes, Nanterre, Puteaux, Neuilly-sur-Seine, Courbevoie, La Garenne-Colombes, Bois-Colombes, Asnières-sur-Seine, Gennevilliers, Villeneuve-la-Garenne, L'Ile-Saint-Denis, Saint-Denis, Saint-Ouen. Le territoire des 17 communes retenues couvre une surface de 10 120 hectares.

Ce périmètre d'influence de la Ligne 15 Ouest est cartographié sur la figure ci-après.

L'influence du projet se ressentira également dans toute l'Ile-de-France via le réseau de transports en commun, mais de manière beaucoup plus limitée. Les calculs du présent chapitre se centreront dès lors sur le périmètre des territoires les plus influencés présenté ci-dessus.



Délimitation du périmètre d'influence principale de la Ligne 15 Ouest sur les territoires denses traversés

3.14.1 Impacts et mesures d'accompagnement en phase chantier

3.14.1.1 Impacts directs et indirects : création d'environ 2 500 emplois, consommation provisoire de 2 ha pour les chantiers

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 25 000 et 30 000 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 2015 et 2027 est donc de l'ordre de 2 000 à 2 500. 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.

L'emprise du projet sur l'occupation du sol (en surface) se décompose comme suit : l'emprise des gares nouvelles et des ouvrages annexes et l'emprise des chantiers nécessaires à la réalisation des infrastructures du projet. Il n'y a pas d'emprise liée à la construction du linéaire de métro en souterrain, hormis les puits d'entrée et de sortie des tunneliers.

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 estimées et sont présentées dans le tableau suivant.

Estimation des surfaces en espaces ruraux et urbains ouverts concernés par les emprises des gares nouvelles / ouvrages annexes et des chantiers.

Emprises	*Surfaces en espaces ruraux et urbains ouverts concernés*	*Type d'impact*
Gares nouvelles et ouvrages annexes	0,3 ha environ	Permanent
Chantiers	2 ha environ	Temporaire (phase chantier)

3.14.1.2 Mesures d'accompagnement en phase chantier

Mesures d'évitement et de réduction

- **Limitation du nombre et de l'emprise des chantiers** : Dans un souci de limiter les impacts, le nombre de zones de chantier est limité au maximum. 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.

- **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 également permettre d'éviter la plupart des impacts sur l'accessibilité des parcelles proches des chantiers.

Mesures de suivi

- **Délimitation des emprises chantiers dès les étude de conception** : Les emprises des chantiers seront délimitées précisément lors des études de conception et le respect des limites par les entrepreneurs sera contrôlé durant toute la phase de chantier.

3.14.2 Impacts et mesures en phase d'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 de croissance retenues entre la situation existante, la mise en service du projet « Ligne 15 Ouest » complet (horizon 2027) et l'horizon 2030 sont cohérentes avec celles utilisées pour l'évaluation socio-économique du projet (voir pièce H du présent dossier). Ces hypothèses d'évolution socio-démographique 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 :

- **A l'horizon de la mise en service de l'ensemble du projet, soit <u>2027</u> :**

  Cette analyse consiste à évaluer l'effet « différentiel » de la réalisation du projet par rapport à une situation de référence dans laquelle les autres tronçons du Grand Paris Express prévus au même horizon sont considérés comme réalisés.

  Cette approche permet d'apprécier les impacts propres à la réalisation du tronçon, à l'horizon 2027, dans le contexte plus général de la mise en œuvre progressive du Grand Paris Express.

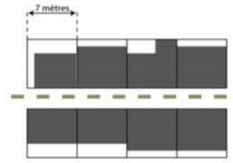
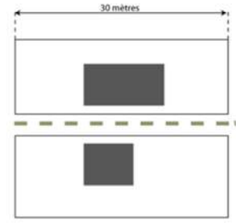
- **A l'horizon cible de réalisation du Grand Paris Express, soit <u>2030</u> :**

  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'analyser le rôle de la Ligne 15 Ouest au sein du réseau global, en tant que maillon indispensable de l'infrastructure ainsi que les impacts du réseau global à proximité de la Ligne 15 Ouest.

  Deux cadrages prospectifs distincts en matière de projections de population et d'emploi sont alors 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 socio-démographique 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 socio-démographique 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.

Description des indicateurs environnementaux retenus pour l'évaluation des impacts induits du projet sur l'occupation du sol

Thématique	***Indicateur***	***Descriptif de l'indicateur***		***Variation attendue suite au projet***
Espaces naturels, agricoles ou boisés	Surfaces 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 en référence *vs* en projet : - à l'horizon 2027 - 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 longue. 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))[18] :  parcellaire (a)  parcellaire (b) parcelle bâtiment VRD	Différence entre le total des kilomètres de VRD (Voirie et Réseaux Divers) nouveaux construits en référence *vs* en projet : - à l'horizon 2027 - à l'horizon 2030	↘

[18] *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.*

La méthode d'évaluation des impacts est la suivante :

- Sur la base des hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi, et en utilisant des 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.

- Sur la base des hypothèses d'évolution du Coefficient d'Occupation du Sol (COS) entre référence et projet, liées à la densification autour des gares induite par le projet, il est possible de traduire les besoins en surfaces de plancher en surfaces d'emprise au sol nécessaires pour accueillir la population et les emplois futurs.

- La comparaison des surfaces d'emprise au sol nécessaires entre la situation de référence et en situation de projet permet d'évaluer les effets du projet sur la consommation des espaces urbanisés. Ces surfaces peuvent ensuite être traduites en impacts environnementaux à travers les indicateurs décrits précédemment.

En ce qui concerne l'analyse des effets du projet sur l'occupation du sol, les éléments présentés ci-après répondent aux exigences du code de l'environnement sur le contenu de l'étude d'impact. En complément de ces travaux, la Société du Grand Paris a mené une analyse spécifique des impacts induits du projet en matière de localisation de l'urbanisation, présentée dans l'annexe G4-2 à la présente étude d'impact (« Etude des effets sur l'urbanisation »).

La démarche suivie dans la pièce G4-2 consiste en une analyse précise des enjeux à proximité des gares, en particulier dans les zones dont l'aménagement interférera directement avec le Grand Paris Express. La présente étude vise, quant à elle, à évaluer les impacts plus globaux de l'infrastructure, à proximité des gares de la Ligne 15 Ouest, mais également dans tout le territoire de l'Ile-de-France.

Pour tenir compte de ces approches complémentaires, la méthode proposée pour calculer l'économie potentielle d'espace rural consommé dans la pièce G4-2 diffère de celle exposée dans la présente étude. Les principales différences entre les deux méthodes de calcul sont les suivantes :

- Dans la pièce G4-2, un travail détaillé d'identification du foncier mobilisable et de sa capacité à être mobilisé a été mené sur la base des données foncières disponibles. Le présent exercice se base quant à lui sur la définition d'une typologie globale du potentiel de densification par type de parcelles.

- Les variations du Coefficient d'Occupation du Sol (ΔCOS) dans la pièce G4-2 ont été déterminées sur la base d'observations des Coefficient d'Occupation du Sol actuels dans les quartiers avoisinant les futures gares. Le présent exercice, plus prospectif, s'en affranchit.

- Le présent exercice considère que le projet aura, dans une certaine mesure, des impacts sur l'occupation du sol à proximité de toutes les gares en connexion directe ou indirecte avec le Grand Paris Express tandis que l'exercice de la pièce G4-2 se concentre sur les gares de la Ligne 15 Ouest.

3.14.2.1 Impacts directs et indirects

Impacts à l'horizon 2027 : création de 400 emplois directs et préservation de 2 135 ha de l'urbanisation nouvelle

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'emplois créés est difficile à évaluer, mais de manière approximative le projet devrait engendrer environ 400 emplois directs.

Les hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi en Ile-de-France utilisées pour caractériser l'horizon de mise en service de la Ligne 15 Ouest (2027) s'appuient sur un cadrage socio-démographique conventionnellement établi à un horizon « 2030 », élaboré par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme (IAU) de la Région Ile-de-France et consolidé par le STIF.

Le nombre d'habitants et d'emplois à l'horizon 2027 est considéré identique en situation de référence et en situation de projet (aussi bien en termes de volume qu'en termes de répartition de la croissance socio-démographique par commune). Les effets évalués du projet à cet horizon doivent donc être interprétés comme la densification supplémentaire au sein des territoires traversés par la Ligne 15 Ouest, en particulier autour des gares (sous réserve de mesures d'accompagnement adaptées).

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 1 680 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 la Ligne 15 Ouest, les Contrats de Développement Territorial (CDT) « Boucle Nord des Hauts-de-Seine » et « Grand Paris Seine Ouest » ainsi que les projets de CDT « La Défense Ouest - Les deux Seine » et « Seine Défense ».

***Indicateur n°1* : Consommation des espaces par l'urbanisation nouvelle à l'horizon 2027**

Sous réserve de mesures d'accompagnement adaptées, la mise en service du projet est en mesure de stimuler une densification supplémentaire sur les territoires à proximité des gares du projet Ligne 15 Ouest, permettant la préservation de 2 135 ha de l'urbanisation nouvelle à l'horizon 2027 par rapport à une situation sans projet.

Surfaces rurales consommées par l'urbanisation nouvelle pour le scénario de projet et le scénario de référence à l'horizon 2027 (source : Stratec, 2014, à partir des hypothèses d'évolution démographique)

Surfaces consommées par l'urbanisation nouvelle (ha)	Différence Projet – Référence	Variation Projet – Référence
Dans le périmètre d'étude à l'horizon 2027	**-2 135**	↘

***Indicateur n°2* : Coûts de viabilisation pour l'urbanisation nouvelle à l'horizon 2027**

La consommation des espaces non bâtis par l'urbanisation nouvelle implique des coûts de viabilisation qui dépendront du type de parcellaire mis en œuvre. En effet, le coefficient d'occupation du sol utilisé lors de la construction du bâti influence la longueur des Voiries et Réseaux Divers (VRD) à mettre en œuvre pour le viabiliser : égouts, éclairage, voirie, réseaux d'assainissement, etc. De manière générale, des formes d'habitat et d'activités peu denses ont pour conséquence d'augmenter les longueurs des infrastructures et des réseaux nécessaires pour desservir un même nombre de ménages et d'activités.

La préservation des espaces non bâtis aujourd'hui de l'artificialisation future (*cf.* Indicateur n°1), permise potentiellement par le projet, rendra possible une réduction de l'ordre de 475 km de linéaire de VRD à mettre en œuvre à l'horizon 2027 par rapport à une situation sans projet, dans les territoires directement desservis par le projet Ligne 15 Ouest.

Coûts de viabilisation pour l'urbanisation pour le scénario de référence et le scénario de projet à l'horizon 2027 (source : Stratec, 2014, à partir des hypothèses d'évolution démographique)

Longueur de VRD à construire pour l'urbanisation nouvelle (km)	Différence Projet – Référence	Variation Projet – Référence
Dans le périmètre d'étude à l'horizon 2027	**-475**	↘

La réduction de 475 km de VRD à construire pour l'urbanisation nouvelle constitue avant tout un gain économique majeur en faveur du projet, puisque celle-ci implique des coûts moindres en termes de construction, mais également en termes d'exploitation annuelle des services publics (poste, ramassage des ordures, etc.). Ces gains économiques, que la mise en œuvre du projet fera économiser année après année à la puissance publique qui les finance, sont évalués et intégrés au bilan du projet (pour plus de détails, se référer au chapitre de la présente pièce G.2 relatif à l'analyse des coûts collectifs induits par le projet).

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 prix 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 de la Ligne 15 Ouest par rapport à une situation sans projet, une analyse qualitative été menée. Elle tient compte des critères suivants :

- Les modes d'occupation du sol actuel et l' « élasticité » des territoires ;
- La desserte actuelle en transports en commun et son degré d'amélioration apportée par le projet ;
- Les augmentations de population et d'emplois prévues à l'horizon 2027 dans la (ou les) commune(s) d'implantation de la gare ;
- 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 2027.

Classification du potentiel d'évolution de l'occupation du sol à proximité des futures gares par rapport à une situation sans projet : orange (très fort), vert (fort) et gris (moyen).

Gares	*Classification et commentaires*
Gare de Saint-Cloud	La future gare s'inscrit dans un quartier essentiellement résidentiel, présentant une emprise non négligeable du secteur des transports du à la présence de voies ferrées et autoroutières. L'urbain ouvert étant constitué d'espaces verts et de jardins, le potentiel de densification dans la zone se limite aux tissus pavillonnaires (environ 51% de l'habitat) qui offrent un certain potentiel de densification douce.
Gare de Rueil - Suresnes « Mont Valérien »	La zone de proximité autour de la future gare est un tissu mixte résidentiel où l'habitat individuel domine largement. La zone à l'Est de la future gare (commune de Suresnes) est caractérisée par une croissance démographique significative. De plus, le quartier est actuellement peu desservi en transport en commun (uniquement en bus) et le projet viendra donc significativement renforcer l'attractivité de la zone. La densification de la zone permettra la construction de logements permettant d'accueillir les populations futures. En ce sens, les quelques réserves foncières encore disponibles à proximité de la gare offrent un potentiel de densification intéressant. Les grandes emprises d'activités aux abords immédiats de la future gare offrent également un potentiel important de requalification urbaine. Le projet d'écoquartier sur les terrains de Renault et de l'OTAN à l'Est de la gare vient notamment concrétiser ce potentiel. La proportion importante d'habitat individuel (77% de l'habitat) offre également un certain potentiel de densification douce.
Gare de Nanterre La Boule	Le quartier aux alentours de la future gare est une zone fortement résidentielle. La zone comporte quelques réserves foncières limitées qui offrent un potentiel de densification. La zone à proximité de la future gare est actuellement peu desservie en transport en commun (uniquement en bus) et le projet viendra donc significativement renforcer l'attractivité de la zone. Les projets en cours ou programmés, notamment la ZAC du Marché, le projet La Boule, et l'aménagement du secteur des Chenevreux, permettront également de requalifier et densifier des quartiers autour de la gare.
Gare de Nanterre La Folie	La zone de proximité autour de la gare est majoritairement dédiée aux activités économiques et industrielles. Les quelques réserves foncières encore disponibles, ainsi que certaines surfaces relevant du poste « transport », en particulier les emprises SNCF/RFF, représentent d'importantes réserves foncières pouvant être densifiées. Les projets de La Défense et de la ZAC Seine-Arche affectés au quartier de la gare permettront la requalification et la densification de cette zone à terme. La zone à proximité de la future gare est actuellement peu desservie en transport en commun et le projet viendra donc significativement renforcer l'attractivité de la zone.
Gare de La Défense	La zone de proximité de la gare concentre essentiellement des bureaux, ainsi que des immeubles d'activités et de services. Au Sud de la zone, le bâti se compose de quartiers d'habitation avec des immeubles collectifs. Les développements à venir concerneront essentiellement la reconversion de bâtiments, notamment la rénovation des tours obsolètes.
Gare de Bécon-les-Bruyères	La zone de proximité de la gare constitue un quartier dense qui a connu une croissance de population importante (commune de Courbevoie). Les surfaces sont occupées en grande partie par de l'habitat, presque exclusivement collectif. Les emprises SNCF/RFF constituent un potentiel foncier important à proximité immédiate de la gare.
Gare de Bois-Colombes	La zone de proximité de la gare est un quartier dense ayant connu une croissance de population importante, fortement résidentiel et marquée par la présence d'habitats collectifs. Les surfaces relevant du poste « transport / chantier » peuvent offrir des réserves foncières intéressantes.
Gare Les Agnettes	La future gare s'inscrit dans un quartier dense et résidentiel. Les projets de réhabilitation urbaine ne se situent pas directement dans la zone de proximité de la gare, mais dans un périmètre un peu plus étendu. Parmi ces projets, citons notamment des projets de réhabilitation de grands ensembles, un projet de restructuration urbaine à plus petite échelle (ZAC Pompidou - Le Mignon), et un projet de reconversion de friches industrielles (ZAC Chandon-République et ZAC Barbusse-Chandon).
Gare Les Grésillons	La zone de proximité autour de la gare est une zone monofonctionnelle, majoritairement dédiée aux activités économiques et industrielles, des bureaux et des entrepôts logistiques. La présence de terrains vacants au Nord-Est et au Sud (environ 13 ha à proximité de la gare) offre des réserves foncières intéressantes. L'éco-quartier dans la ZAC Parc d'Affaires, permet notamment de concrétiser ce potentiel de requalification. Dans le cadre de la ZAC des Bords de Seine, une importante zone de chantier au Nord-est de la gare est en cours de réhabilitation. Outre les ZAC des Bords de Seine et Parc d'Affaires en cours de réalisation, un projet de requalification du site des anciennes usines PSA situé à l'Est de la zone d'influence est actuellement à l'étude.

Impacts à l'horizon 2030 : préservation de 3 500 ha de l'urbanisation nouvelle grâce au projet

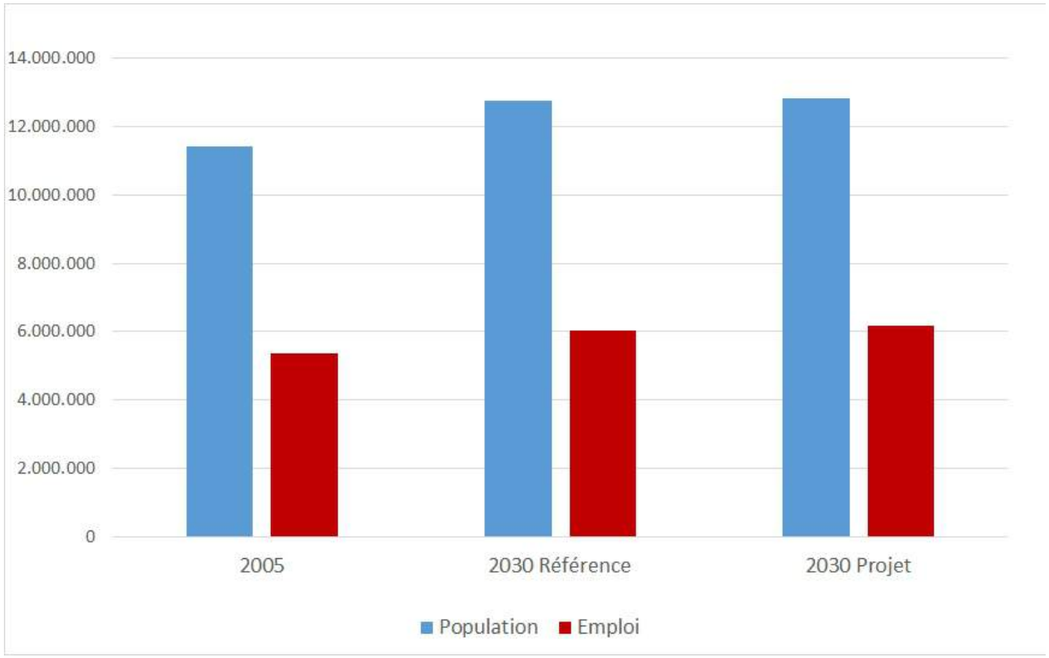
Les hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi en Ile-de-France entre 2005 et 2030, avec et sans réalisation du programme Grand Paris Express, sont présentées dans les tableaux suivants. Ces hypothèses de croissance s'appuient sur les projections socio-démographiques du scénario « central » utilisé dans l'évaluation socio-économique réalisée à l'échelle du Grand Paris Express (voir pièce H du présent dossier d'enquête publique). Ce scénario, qui prévoit notamment que la réalisation du Grand Paris Express peut être à l'origine d'une croissance supplémentaire d'environ 115 000 emplois et 50 000 habitants entre 2005 et 2030 (par rapport à la situation de référence), a été qualifié d'hypothèse « raisonnable » par le Conseil scientifique de la Société du Grand Paris.

Hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi à l'horizon 2030 en Ile-de-France

	2005	2030			
	Base[1]	Situation de référence[2]	Evolution par rapport à 2005	Situation de projet[2]	Evolution par rapport à 2005
Totaux en Ile-de-France					
Population totale	11 433 500	12 783 500	+ 1 350 000	12 833 500	+ 1 400 000
Emploi total	5 360 500	6 045 500	+ 685 000	6 160 500	+ 800 000

[1] *Source : données INSEE, 2005.*

[2] *Source : cadrages du scénario central « S1 », 2014.*



Hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi à l'horizon 2030 en Ile-de-France

Globalement à l'horizon 2030, le réseau du Grand Paris Express devrait donc permettre de favoriser les créations d'emplois (+17% en situation de projet par rapport à la situation de référence sans Grand Paris Express) et d'attirer davantage d'habitants (+4% en situation de projet par rapport à la situation de référence sans Grand Paris Express) en Ile-de-France.

Cette croissance de la population et de l'emploi serait notamment concentrée dans les communes qui seront desservies directement par l'infrastructure.

La réalisation du Grand Paris Express est susceptible de créer une augmentation des migrations au profit de l'Ile-de-France d'ici à 2030, avec des différences de population et d'emploi en scénario de projet et scénario de référence.

Un double effet est donc observé à l'horizon 2030 :

- une augmentation des migrations en provenance de zones hors Ile-de-France ;
- une densification supplémentaire potentielle de ces populations au sein des territoires traversés par le tracé, par exemple autour des gares (sous réserve de mesures d'accompagnement adaptées).

Les résultats pour les deux indicateurs environnementaux à l'horizon 2030 sont présentés ci-après.

***Indicateur n°1* : Consommation des espaces par l'urbanisation nouvelle d'ici à 2030**

A l'horizon 2030, la mise en service du Grand Paris Express favorise la densification à l'échelle de la totalité de l'Ile-de-France, grâce au maillage global apporté par le réseau. Sur les territoires desservis par le projet Ligne 15 Ouest, la contribution à cette densification est estimée à environ 3 500 hectares préservés de l'urbanisation nouvelle, par rapport au scénario de référence sans Grand Paris Express.

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 2030 (source : Stratec, 2014, à partir des hypothèses d'évolution démographique)

Surfaces consommées par l'urbanisation nouvelle (ha)	Différence Projet – Référence	Variation Projet – Référence
Globalement à l'horizon 2030 ***(territoires desservis par le projet Ligne 15 Ouest)***	**-3 500**	↘

Indicateur n°2 : Coûts de viabilisation pour l'urbanisation nouvelle à l'horizon 2030

A l'horizon 2030, les processus de densification et de réduction des surfaces à urbaniser, rendus possibles par le projet Ligne 15 Ouest, permettraient d'éviter la construction d'approximativement 780 km de VRD liés à l'urbanisation nouvelle, par rapport au scénario de référence sans Grand Paris Express.

Coûts de viabilisation pour l'urbanisation dans périmètre d'étude pour le scénario de référence et le scénario de projet à l'horizon 2030 (Source : Stratec, 2014, à partir des hypothèses d'évolution démographique)

Longueur de VRD à construire pour l'urbanisation nouvelle (km)	Différence Projet – Référence	Variation Projet – Référence
Globalement à l'horizon 2030 ***(territoires desservis par le projet Ligne 15 Ouest)***	**-780**	↘

3.14.2.2 Mesures d'accompagnement en phase d'exploitation

Puisque **les impacts du projet en phase d'exploitation sont positifs**, il n'y a pas lieu de mettre en place des mesures d'évitement ou de réduction, mais, au contraire, de prévoir des mesures visant à maximiser les effets du projet.

Ces mesures d'optimisation sont rappelées ci-après et décrites plus en détail dans l'annexe G4-2 (Etude des effets sur l'urbanisation). Les impacts en phase d'exploitation étant positifs, aucun effet résiduel ne devrait donc non plus être induit et aucune mesure de compensation n'est prévue.

Mesures de suivi

- **Evaluation de la compacité du développement urbain à venir** : 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 Evolution 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.

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 essentiel que le projet soit intégré dans un 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.

Dans cette optique, les Contrats de Développement Territorial (CDT) ont vocation à constituer un outil à disposition des communes afin qu'elles soient en mesure d'anticiper et de répondre au mieux aux besoins des populations et des emplois à venir. Via les CDT, les collectivités territoriales s'associent à l'Etat afin d'élaborer et de mettre un œuvre un projet ambitieux pour leur territoire en termes d'urbanisme, d'économie, de transport et d'environnement. Les objectifs suivants sont par exemple fixés par les quatre CDT à proximité du tracé du projet :

- Le CDT « Boucle Nord des Hauts-de-Seine », rassemblant un total de 236 000 habitants et 97 000 emplois sur 26 km², fixe notamment un objectif de construction de 1 860 logements neufs par an ;
- Le CDT « Grand Paris Seine Ouest », rassemblant un total de 307 000 habitants et 166 000 emplois sur 32 km², fixe notamment un objectif de construction de 2 000 logements neufs par an ;
- Le projet de CDT « La Défense Ouest - Les deux Seine » rassemblant un total de 370 000 habitants et 175 000 emplois, fixe notamment un objectif de +50 000 habitants d'ici à 2030 ;
- Le projet de CDT « Seine Défense » rassemblant un total de 133 000 habitants et 175 000 emplois, fixe notamment un objectif de +600 logements par an d'ici à 2020.

Pour plus de détails sur les pistes d'actions possibles et leurs modalités de mise en œuvre, il est conseillé au lecteur de se référer à l'annexe G4-2 (Etude des effets sur l'urbanisation).

3.14.3 Synthèse des impacts et mesures concernant la population, les emplois et l'occupation des sols

Impacts et mesures concernant la démographie, la population, les emplois et l'occupation du sol

Secteurs concernés	*Thèmes*	*Niveau d'enjeu*	*Caractéristiques et niveau de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule	*Croissance démographique et crise du logement*	Plusieurs communes de cette section ont connu une croissance démographique importante entre 1990 et 2011 (notamment dans la commune de Suresnes) pouvant générer un déficit de logements.	Les développements démographiques prévus sur cette section se concentrent principalement sur les communes de Suresnes et Sèvres qui devraient voir leur population augmenter significativement à l'horizon 2030 par rapport à la référence.	**PHASE CHANTIER** **Mesures d'évitement et de réduction** Limitation du nombre et de l'emprise des chantiers Optimisation des itinéraires des engins de chantier **PHASE EXPLOITATION** **Mesures de suivi** Evaluation de la compacité du développement urbain à venir **Mesures d'optimisation** Il est donc essentiel que le projet soit intégré dans un programme d'aménagement du territoire, volontariste et partagé par les acteurs du territoire, intégrant des objectifs multiples. Exemple : - 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.
	Consommation des espaces et densification	Les alentours de certains projets de gares (dont celle de Rueil/Suresnes « Mont Valérien ») présentent des réserves foncières encore disponibles. La densification du bâti autour des gares offre une opportunité intéressante afin de limiter l'étalement urbain.	Préservation d'environ 600 ha de l'urbanisation nouvelle dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
			Diminution de la construction de voiries et réseaux divers liés à la viabilisation des espaces nouvellement urbanisés d'environ 130 km dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
			Consommation d'espaces ruraux et urbains de façon temporaire (chantier) ou permanente (gares et ouvrages annexes).	
	Emploi, déséquilibres habitat/emploi et inégalités territoriales	La plupart des communes de cette section (dont Sèvres) ont connu une croissance de l'emploi entre 1990 et 2011 relativement faible.	Attraction d'emplois supplémentaires dans les communes de la section étudiée.	
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	*Croissance démographique et crise du logement*	Plusieurs communes de cette section ont connu une croissance démographique importante entre 1990 et 2011 (notamment dans la commune de Courbevoie) pouvant générer un déficit de logements.	Attraction d'habitants supplémentaires dans les communes de la section étudiée (dont une grande majorité dans la commune de Nanterre) à l'horizon 2030 par rapport à la référence.	
	Consommation des espaces et densification	Les alentours de certains projets de gares (dont celle de Bécon les Bruyères) présentent des réserves foncières encore disponibles. La densification du bâti autour des gares offre une opportunité intéressante afin de limiter l'étalement urbain.	Préservation d'environ 1 000 ha de l'urbanisation nouvelle dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
			Diminution de la construction de voiries et réseaux divers liés à la viabilisation des espaces nouvellement urbanisés d'environ 220 km dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
			Consommation d'espaces ruraux et urbains de façon temporaire (chantier) ou permanente (gares et ouvrages annexes).	
	Emploi, déséquilibres habitat/emploi et inégalités territoriales	La commune de Nanterre présente un taux de personnes actives sans emploi plus important des salaires horaires moyens plus faibles que les communes avoisinantes.	En termes d'emploi, les développements prévus sur cette section se concentrent sur les communes de de Neuilly-sur-Seine et Courbevoie qui devraient connaître une croissance d'emploi à l'horizon 2030 par rapport à la référence.	
			Amélioration de la desserte des communes traversées par le projet et donc des liaisons vers le centre de Paris et vers les autres bassins d'emplois du cœur d'agglomération grâce aux correspondances offertes par la Ligne 15 Ouest, notamment avec les autres lignes du Grand Paris Express.	
			Redynamisation économique et sociale des communes desservies par l'infrastructure, en particulier celles qui connaissent aujourd'hui une accessibilité moindre (Nanterre La Folie).	

Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	*Croissance démographique et crise du logement*	De nombreuses communes de cette section ont connu une croissance démographique importante entre 1990 et 2011, Garenne-Colombes, Villeneuve-la-Garenne, Saint-Ouen, Suresnes, Bois-Colombes, Saint-Denis. pouvant générer un déficit de logements.	Attraction d'habitants supplémentaires dans les communes de cette section à l'horizon 2030 par rapport à la référence.	
	Consommation des espaces et densification	La densification du bâti autour des gares offre une opportunité intéressante afin de limiter l'étalement urbain, en particulier autour des gares de Bécon les Bruyères et Grésillon où des réserves foncières sont encore disponibles.	Préservation d'environ 2 000 ha de l'urbanisation nouvelle dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
			Diminution de la construction de voiries et réseaux divers liés à la viabilisation des espaces nouvellement urbanisés d'environ 420 km dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
			Consommation d'espaces ruraux et urbains de façon temporaire (chantier) ou permanente (gares et ouvrages annexes).	
	Emploi, déséquilibres habitat/emploi et inégalités territoriales	Les communes de cette section présentent des **taux de chômage** importants, notamment à Gennevilliers, Saint-Ouen, Saint-Denis, Ile-Saint-Denis et Villeneuve-la-Garenne. Les communes de cette section présentent des **salaires horaires moyens** plus faibles que les autres communes du périmètre d'étude.	Les développements futurs relatifs à l'emploi ne se focalisent pas sur cette section.	
			Amélioration de la desserte des communes traversées par le projet et donc des liaisons vers le centre de Paris et vers les autres bassins d'emplois du cœur d'agglomération grâce aux correspondances offertes par la Ligne 15 Ouest, notamment avec les autres lignes du Grand Paris Express.	
			Redynamisation économique et sociale des communes desservies par l'infrastructure, en particulier celles qui connaissent aujourd'hui une accessibilité moindre.	

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*	
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*	*Impact positif*

3.14.4 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant 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.

Il n'est donc pas pertinent d'estimer les coûts des mesures à ce stade d'avancement du projet.

3.15 Risques technologiques

Cette partie s'attache à décrire les impacts générés sur la ligne 15 Ouest par les installations industrielles dites « à risques » (ICPE hors Seveso et ICPE SEVESO) en phase chantier et en phase d'exploitation.

3.15.1 Rappel des enjeux et localisation

Les risques technologiques se matérialisent potentiellement par divers phénomènes dangereux tels que les incendies, les explosions, les radiations, et tout autre phénomène modifiant les propriétés physico-chimiques de l'environnement.

Les ICPE soumises à autorisation présentent un périmètre de risque limité, en général contenu dans les limites physiques de l'installation. Ainsi, les installations ICPE présentent un risque limité, il convient néanmoins de prendre en compte celle situées à proximité immédiate du futur projet.

Les installations SEVESO seuil haut, quant à elles, présentent des périmètres de vigilance plus larges (les effets dangereux sont ressentis à des distances plus importantes, en dehors du périmètre du site exploité), qui varient selon les caractéristiques de l'installation.

La pièce G.1 sur l'état initial fait la présentation illustrée de ce propos. Le lecteur s'y réfèrera en cas de besoin.

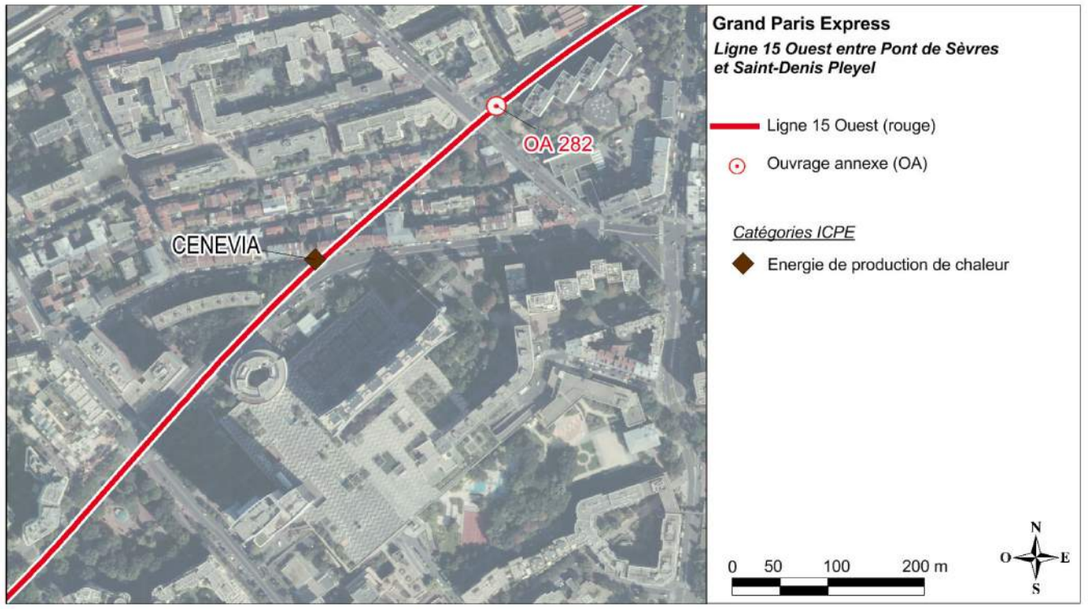
3.15.1.1 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) – hors établissements SEVESO

En ce qui concerne la Ligne 15 Ouest, il convient de noter que :

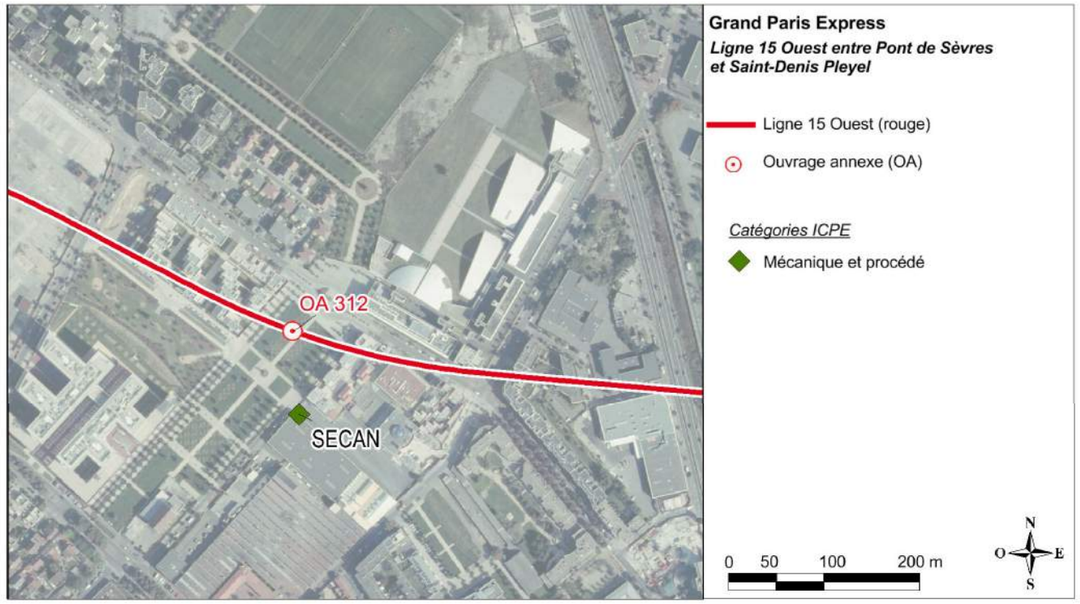
- Deux ICPE s'inscrivent au sein du fuseau d'étude de la Ligne 15 Ouest, à moins de 50 mètres du tracé de la Ligne 15 Ouest :
    - La chaufferie CENEVIA située à 230m de l'OA n°282 (Courbevoie),
    - L'entreprise de traitement de surface SECAN, située à 130m de l'OA n°312 (Gennevilliers).
- Aucune ICPE ne s'inscrit à moins de 200m autour d'une gare.

Les effets potentiels avec ces deux sites sont abordés à la page suivante.

Zoom au niveau de l'activité CENEVIA



Zoom au niveau de l'activité SECAN



3.15.1.2 Établissements classés SEVESO

Les travaux réalisés dans le cadre de l'état initial (pièce G.1) ont permis d'identifier 4 établissements SEVESO « seuil haut » sur les communes traversées par le tracé de référence. **Aucun site SEVESO n'est localisé dans le fuseau d'étude des 500 mètres.**

Les périmètres des PPRT des établissements SEVESO se situent à plus d'un kilomètre des émergences du réseau de transport du Grand-Paris. **Aucun zonage réglementaire amenant des prescriptions d'aménagement n'est en interaction avec les ouvrages du projet de la ligne 15 Ouest.**

3.15.2 Impacts et mesures en phase chantier

Au regard du projet, plusieurs typologies d'impacts sont à envisager :

- 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 : centrales béton, stockage de produits chimiques…),

- Des impacts pour la sécurité du chantier vis-à-vis de sa proximité avec les activités à risque identifiées sur le territoire,

Ces deux aspects sont abordés successivement dans le présent chapitre.

3.15.2.1 Risques éventuels liés aux installations classées avec les chantiers de la ligne 15 Ouest

Les ICPE soumises à autorisation contiennent le « risque » lié à leur activité au sein du périmètre physique de l'activité ; les impacts sont présents au sein du site ICPE uniquement. Ainsi, les installations ICPE présentant de réelles contraintes sont celles situées en proximité immédiate des travaux.

Comme précisé ci-contre, deux ICPE s'inscrivent à moins de 50m du tracé. Cependant, ces dernières restent distantes d'au moins 100m des bases chantiers (chaufferie CENEVIA située à 230m de l'OA n°282, entreprise de traitement de surface SECAN située à 130m de l'OA n°312).

Aussi, en raison de la distance séparant les bases chantiers (liées aux émergences de l'infrastructure) de la Ligne 15 Ouest et les sites d'implantation des ICPE mentionnées ci-dessous, **l'impact du projet sur les activités ICPE, et inversement, est considéré comme nul**.

3.15.2.2 Risques éventuels liés aux activités des chantiers de la ligne 15 Ouest

Certains des matériels et des produits utilisés sur les bases chantier de la ligne 15 Ouest relèvent potentiellement de la nomenclature des ICPE (article R511-9 du code de l'environnement). La liste complète des matériels[19] et produits qui seront effectivement utilisés n'est pas définie à ce jour. Il s'agira d'équipements habituels pour des travaux publics importants (engins de chantier, stockage de produits nécessaires aux chantiers…).

L'utilisation de certains équipements nécessitera en amont des travaux, la mise en œuvre de procédures administratives au titre des ICPE. Les dossiers réglementaires seront élaborés dans les étapes ultérieurs du projet. **A ce stade d'avancement des études, il peut néanmoins être précisé que les bases chantier mises en place pour la ligne 15 Ouest ne présenteront pas de risque technologique sensible pour les riverains.**

<u>Mesures prévues pour les installations classées éventuelles nécessaires aux chantiers de la ligne 15 Ouest :</u>

- **Élaboration des dossiers réglementaires ICPE nécessaires pour les travaux de la ligne 15 Ouest** : ces éléments sont prévus dans des stades ultérieurs du projet afin d'assurer un niveau de détail plus approfondi sur le besoin des chantiers.

- **Respect des prescriptions réglementaires d'exploitation** : les matériels et produits utilisés sur les bases chantier et relevant de la nomenclature des ICPE (article R511-9 du code de l'environnement) seront exploités dans le respect des prescriptions réglementaires données dans les arrêtés préfectoraux et ministériels d'exploitation.

- **Information et formation du personnel concernant les risques éventuels sur site** : sur le même principe que les procédures de gestion de crise établies en cas d'inondation, les entreprises de travaux établiront des procédures de gestion de crise en cas d'accident et formeront leurs agents.

  Le personnel intervenant sur site sera formé :
  - A la prise en compte du risque existant dans les travaux quotidiens,
  - A la mise en œuvre de procédure d'urgence en cas de crise avérée.

- **Réalisation d'étude réglementaires ICPE** : En fonction des matériels et produits utilisés sur les bases chantier, la Société du Grand Paris mettra en œuvre les études réglementaires ICPE (autorisation, enregistrement, déclaration) nécessaires aux démarrages des travaux.

<u>Mesures de suivi dans le temps</u>

- **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.

[19] *Le matériel de construction permet la mise en œuvre d'un ouvrage (marteau piqueur, bétonneuse,…), à différencier du matériau de construction qui est partie prenante d'un ouvrage (béton, brique, parpaing…)*

3.15.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation

Les impacts en phase d'exploitation du projet s'identifient comme :

- La proximité entre la Ligne 15 Ouest et les installations à risque,
- Les incidents au sein de la Ligne 15 Ouest,

3.15.3.1 Proximité d'installation classées avec le projet

L'impact direct correspond essentiellement à la présence d'activités à risques aux abords de l'infrastructure, c'est-à-dire les installations Seveso seuil haut et les ICPE hors Seveso, localisées à moins de 50 mètres du tracé de référence.

Activités ICPE hors SEVESO :

Au vu de son activité et de sa distance au projet, la société SECAN (traitement de surface) ne représente pas un risque significatif vis-à-vis des populations amenées à utiliser la Ligne 15 Ouest. **L'impact est considéré comme nul**.

Par contre, en cas d'accident, les effets d'une chaufferie telle que la chaufferie CENEVIA pourraient potentiellement être perceptibles au niveau de l'OA n°282 (notamment en cas d'explosion – accident rare sur ce type d'installation mais pouvant avoir des conséquences importantes). Néanmoins, au vu de la nature de l'ouvrage (ouvrage annexe non ouvert aux voyageurs) et son éloignement (près de 230m), **l'impact direct en cas d'explosion de la chaufferie est considéré comme faible**.

Aussi, en raison de la distance séparant les ouvrages de la Ligne 15 Ouest des sites d'implantation des ICPE (hors SEVESO), l'impact direct de ces activités sur le projet est considéré comme faible à nul.

Sites SEVESO seuil haut :

Les périmètres des PPRT des sites SEVESO « seuil haut » ne sont pas en interaction avec l'infrastructure. **Aussi, en raison de la distance séparant la ligne 15 Ouest des sites SEVESO seuil haut l'impact direct potentiel de ces installations sur le projet apparaît nul**, que ce soit en considérant les incidences :

- Du réseau de transport sur les sites SEVESO seuil haut,
- Des sites SEVESO « seuil haut » sur le réseau de transport et ses ouvrages annexes.

3.15.3.2 Incident et ou accident au sein de la Ligne 15 Ouest 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. Des dossiers de sécurité entrepris parallèlement à la conception du projet permettront de définir l'ensemble des protocoles et procédures nécessaires au maintien de la sécurité des usagers et intervenants en phase d'exploitation.

Mesures proposées :

- **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 sur la Ligne 15 Ouest ou sur un système de transports en commun en correspondance avec la Ligne 15 Ouest, 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.

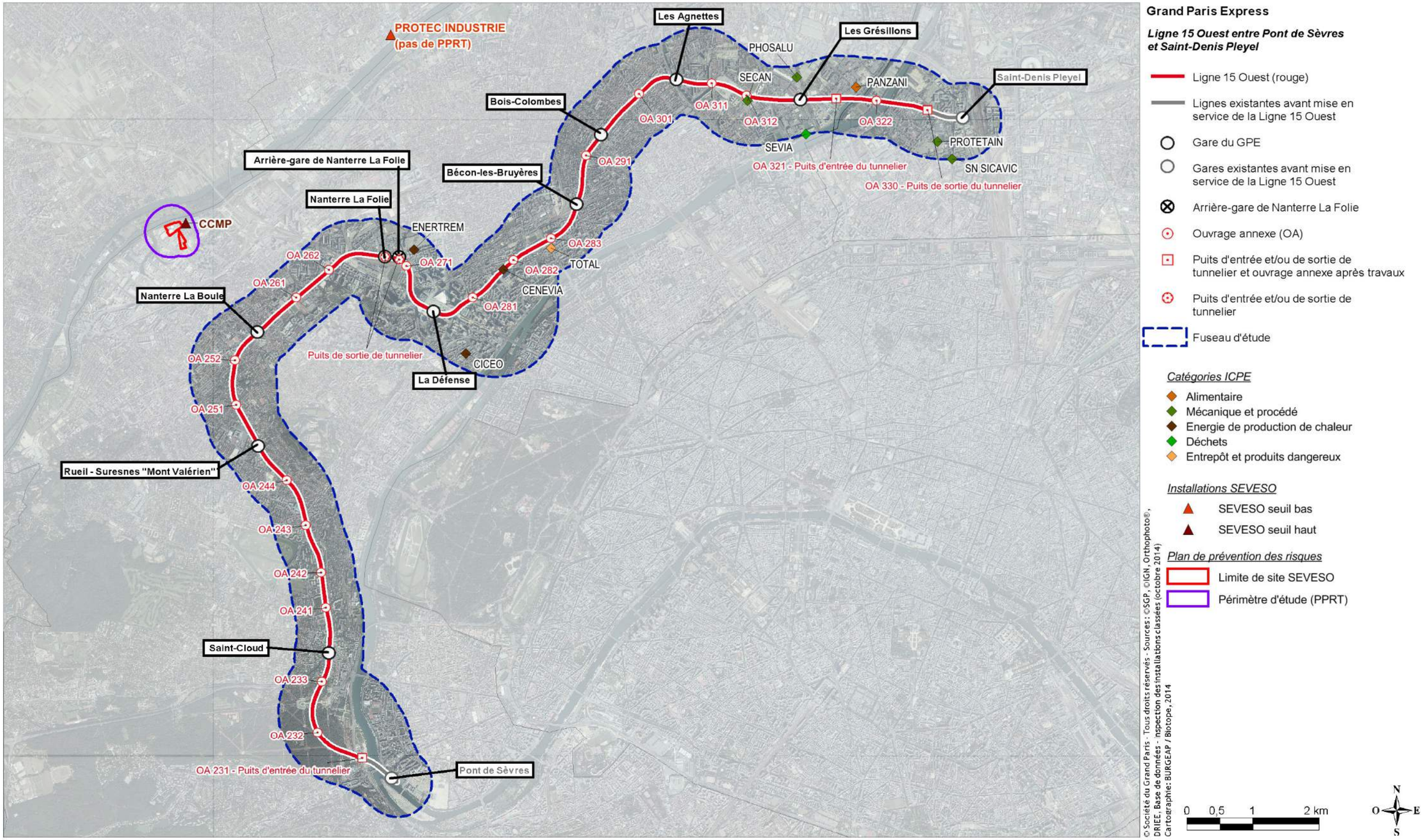
- **Intervention des services de secours** : En cas d'incident, une procédure d'intervention des services de secours sera mise en œuvre. Cette dernière ne pourra être effective que si le gestionnaire du réseau entretien une collaboration étroite avec les services du SDIS.

  Les dispositions d'interventions seront prescrites au sein des dossiers de sécurité entrepris parallèlement à la conception du projet.

Mesures de suivi

- **Entretien de l'infrastructure et du matériel roulant afin de limiter les incidents** : Les mesures de suivi dans le temps du risque correspondent à l'entretien et la révision des engins de chantiers par un personnel qualifié. Cette mesure permettra de réduire au possible les incidents des machines.

Localisations des risques technologiques vis-à-vis du projet



3.15.4 Synthèse des impacts et mesures concernant les risques technologiques

Impacts et mesures associés – risques technologiques

Secteurs concernés	*Niveau d'enjeu*	*Caractéristiques et niveau de l'impact en phase chantier*	*Mesures mises en œuvre*
Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule	Aucune ICPE au sein du fuseau d'étude	Pas d'impact sur la section	**PHASE CHANTIER** **Mesures d'évitement et de réduction** Respect des prescriptions réglementaires d'exploitation Information et formation du personnel concernant les risques sur site Réalisation d'études réglementaires ICPE **Mesures de suivi dans le temps** Entretien et maintenance des matériels et engins Contrôle des ICPE de chantiers par les inspecteurs de la DRIEE **PHASE EXPLOITATION** **Mesures d'évitement et de 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 Mise en place d'une procédure d'intervention des services de secours **Mesures de suivi** Entretien de l'infrastructure et du matériel roulant afin de limiter les incidents
	Aucun PPRT à proximité ou au sein du fuseau d'étude	Pas d'impact sur la section	
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	Quatre ICPE identifiées dans le fuseau d'étude, entre Nanterre la Folie et Bécon-les-Bruyères	OA 282 Pas d'impact en phase chantier	
		OA 282 En phase exploitation, risque lié à la présence de la chaufferie CENEVIA à mettre en relation avec les populations présentes au sein de l'infrastructure (explosion, incendie)	
	PPRT identifié à 500m du fuseau d'étude	Pas d'impact sur la section	
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	Six ICPE identifiées dans le fuseau d'étude sur Gennevilliers et Saint-Ouen	Pas d'impact sur la section	
	Aucun PPRT à proximité ou au sein du fuseau d'étude.		
Ensemble des sections - Enjeux liés à l'exploitation du service de transport de voyageurs		Impacts à définir lors de la réalisation des dossiers de sécurité entrepris parallèlement à la conception du projet	

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.15.5 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant les risques technologiques

3.15.5.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Coûts des mesures – Phase chantier

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Respect des prescriptions réglementaires d'exploitation	Intégré à la gestion du chantier – pas de coût spécifique
Information et formation du personnel concernant les risques sur site	Intégré à la gestion du chantier
Conduite des études réglementaires (ICPE)	Variable selon la nature des installations et de la procédure : - Dossier d'autorisation - Dossier d'enregistrement - Dossier de déclaration
Entretien des engins de chantier	Intégré à la gestion du chantier
Contrôle des ICPE par les inspecteurs de la DRIEE	Non quantifiable, hors coûts associés au maître d'ouvrage

3.15.5.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Coûts des mesures – Phase exploitation

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Arrêt intégral ou partiel du service de voyageurs en cas de crise avérée sur la ligne ou sur un réseau de transport en correspondance	Intégré à l'exploitation de la Ligne
Intervention des services de secours	Intégré à l'exploitation de la Ligne
Entretien de l'infrastructure et du matériel roulant afin de limiter les incidents	Non estimée et dépendance du matériel roulant retenu au stade du marché public associé

3.16 Mobilité

3.16.1 Impacts et mesures en phase chantier

3.16.1.1 Impacts directs et indirects

Impacts directs

Les emprises des chantiers constitueront autant d'obstacles ponctuels pour la circulation des voitures, des transports en commun de surface 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. Cette suppression concerne tout particulièrement le puits Nanterre Mairie où le chantier impactera l'accès au parking du Palais des Sports, et le chantier de la gare de Bois-Colombes où les places de stationnement rue Raspail, rue Félix Faure, Rue Mertens et celles du parking place de la Résistance seront supprimées temporairement.

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 généreront 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 (en fonction des possibilités de recours au transport par la voie d'eau et par le rail, par rapport au réseau routier) ;
- 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, et qui constitue l'une des pièces du dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique, détaille la stratégie retenue par la Société du Grand Paris à cet effet.

Sur la base du trafic estimé à l'horizon du chantier sur les voies directement impactées par les zones de chantier ou situées à leur immédiate proximité, une graduation des enjeux a été établi de la manière suivante : enjeu très fort (trafic à l'heure de pointe du matin supérieur à 9 000 véhicules), fort (supérieur à 3 000), modéré (supérieur à 200) et faible (inférieur à 200). Le tableau suivant présente ces résultats.

Enjeux liés à l'impact des zones de chantier sur le trafic routier (Source : Stratec, à partir de données DRIEA-SCEP/DPAT)

Type chantier	*Chantiers*	*Voie empiétée/à proximité immédiate*	*Enjeu par rapport à la voirie*	*Enjeu global*
OA 232	Allée de Chartres	Allée de Chartres	Modéré	Modéré
OA 233	Serres du Trocadéro	Allée de Retz	Faible	Faible
OA 241	Rue Buzenval – Rue Traversière	Rue Buzenval	Modéré	Modéré
		Rue du Mont Valérien	Modéré	
OA 242	Jardin des Tourneroches	Rue du Mont Valérien	Modéré	Modéré
OA 243	Croix du Roy	Rond-point Croix du Roy	Fort	Fort
OA 244	Lakanal	Rue Lakanal	Faible	Faible
OA 251	Rue Danton	Rue Bernard Palissy	Faible	Faible
OA 252	Rue des Suisses	Rue des Vignes	Faible	Faible
OA 261	Nanterre Mairie	Av Frédéric et Irène Joliot-Curie	Modéré	Modéré
OA 262	Préfecture 92	Av Frédéric et Irène Joliot-Curie	Fort	Fort
		Av Jacques Germain Soufflot	Modéré	
OA 281	Serres de Neuilly	Boulevard de la Défense	Fort	Fort
OA 282	Avenue Gambetta Eole	Avenue Gambetta	Fort	Très fort
		Boulevard Circulaire	Très fort	
OA 283	Square des Brunettes	Pas d'empiétement	Faible	Faible
OA 291	Parcs des Bruyères	Boulevard de la Paix	Modéré	Fort
		Boulevard Aristide Briand	Modéré	
		Boulevard de Verdun	Fort	
OA 301	Vaudreuil	Avenue du Vaudreuil	Faible	Faible
OA 302	Lycée Renoir	Avenue d'Argenteuil	Modéré	Modéré
OA 311	Avenue Gabriel Péri	Avenue Gabriel Péri	Modéré	Modéré
OA 312	Allée Manouchian	Pas d'empiétement	Faible	Faible
OA 321	Les Caboeufs	Quai des Grésillons	Fort	Fort

OA 322	Ile Saint Denis	Boulevard Marcel Paul	Fort	Fort
		Quai du Chatelier	Modéré	
Gare de Saint-Cloud		Rue Gounod / Rue Dailly	Modéré	Modéré
Gare de Rueil–Suresnes « Mont-Valérien »		Rue Galliéni	Modéré	Modéré
Gare de Nanterre La Boule		Av Frédéric et Irène Joliot-Curie	Modéré	Très fort
		Place de la Boule	Très fort	
Gare de Nanterre La Folie		Boulevard de la Défense	Fort	Fort
Gare de La Défense		*Pas de travaux*	Faible	Faible
Gare de Bécon-les-Bruyères		Rue de Bois Colombes	Modéré	Modéré
Gare de Bois-Colombes		Rue du Gnal Leclerc	Modéré	Fort
		Rue des Bourguignons	Fort	
		Rue d'Estienne d'Orves	Modéré	
Gare des Agnettes		Rue des Bas	Fort	Fort
		Rue Louis Camel	Modéré	
		Rue Robert Dupont	Modéré	
		Boulevard Pierre de Coubertin	Fort	
Gare des Grésillons		Avenue des grésillons	Modéré	Modéré
		Rue Henri Vuillemin	Faible	

Deux sites sont identifiés comme représentant un enjeu très fort, 9 comme des enjeux forts, 10 comme des enjeux modérés, et 8 comme des enjeux faibles. Les sites à enjeux très forts à modérés feront l'objet d'une attention particulière pour éviter les perturbations importantes du trafic.

- ***Incidences possibles des travaux de réalisation du projet sur le réseau de transport en commun en exploitation :***

La réalisation des ouvrages du projet situés à proximité des réseaux ferroviaires existants, en particulier celle des gares Grand Paris Express et des ouvrages de correspondance avec les gares actuelles, présente des enjeux de deux ordres :

- garantir la stabilité et l'intégrité des ouvrages existants ;
- minimiser les incidences en phase travaux sur l'exploitation et la qualité de service des liaisons ferroviaires.

Dans certains cas, il pourra être nécessaire de prévoir des mesures de ralentissement des trains (donc des allongements de temps de trajet) aux abords des zones situées dans le périmètre d'influence des travaux du projet. Ces mesures, qui devraient rester ponctuelles et d'ampleur limitée, pourraient en particulier être mises en œuvre :

- sur les sections de voies situées à proximité immédiate des gares Grand Paris Express et de certains ouvrages annexes, pendant les phases de réalisation et d'excavation ;
- sur les sections de voies sous lesquelles passeront les tunneliers (voies aériennes ou souterraines à hauteur des gares existantes Saint-Cloud, La Défense, Bécon-les-Bruyères, Les Agnettes et Les Grésillons, ainsi que dans les secteurs de Nanterre La Folie et de Bois-Colombes) ;
- lors de la réalisation des ouvrages de correspondance entre les gares Grand Paris Express et les gares actuelles (passages souterrains situés sous le plan de voies existant, comme à La Défense, à Bois-Colombes ou aux Grésillons, ou passerelle aérienne au-dessus du plan du voies existant, comme à Saint-Cloud).

La réalisation des travaux du projet pourrait également conduire à des adaptations ponctuelles de desserte durant la période de chantier (modifications d'horaires, voire interruptions temporaires de circulations, etc.).

Le pôle de transport de La Défense constitue également un site à enjeu fort, compte tenu de la densité des infrastructures de transports en commun présentes sur le site et de la fréquentation très importante du pôle.

De même, la réalisation des travaux à proximité des extrémités du tronçon et les raccordements successifs du projet à la ligne 15 déjà exploitée devront s'effectuer en évitant d'affecter le niveau et la qualité de service sur la ligne 15 (à l'horizon 2025 : exploitée entre Noisy-Champs et Pont de Sèvres ; à l'horizon 2027 : exploitée entre Noisy-Champs et Nanterre La Folie d'une part, Saint-Denis Pleyel et Rosny Bois-Perrier d'autre part).

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).

Interactions avec les autres chantiers

De manière similaire à l'effet cumulé que pourraient avoir les différentes emprises de chantier du projet, ces chantiers interagiront avec les autres petits ou grands chantiers qui seront entrepris simultanément dans la zone couverte par le fuseau d'étude.

En fonction de leurs plannings respectifs, les chantiers entrepris simultanément pourraient générer des effets qui se cumuleront, voire s'amplifieront en fonction de la localisation géographique.

Cette simultanéité et cette proximité géographique concernent avant tout les projets suivants :

- le prolongement Ouest du RER E ;
- le prolongement Ouest du tramway T1 à Colombes, puis Nanterre et Rueil-Malmaison ;

- le prolongement de la ligne 14 du métro à Saint-Denis Pleyel, et la réalisation de la ligne 16 du Grand Paris Express entre Noisy-Champs et Saint-Denis Pleyel ;

- la réalisation du tronçon « Ligne 15 Est » du Grand Paris Express entre Saint-Denis Pleyel et Rosny Bois-Perrier, puis Champigny Centre.

Il convient toutefois de noter **deux facteurs de nature à limiter les impacts cumulés** avec le projet Ligne 15 Ouest :

- Dans la partie nord-est du fuseau d'étude, plusieurs des projets identifiés concernent la réalisation des autres lignes du Grand Paris Express convergeant au pôle de Saint-Denis Pleyel. Pour réduire les durées d'intervention sur le territoire concerné, l'ouvrage imbriqué de la gare Saint-Denis Pleyel sera réalisé en une seule fois, dans le cadre des travaux relatifs aux tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel et Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel (lignes 16 / 17 Sud / 14 Nord).

- La mise en service de ces projets doit généralement intervenir avant celle de la ligne 15 Ouest, ce qui permet d'envisager un décalage au moins partiel des phases de travaux respectives.

Pour plus d'informations sur ces différents projets et leur stade d'avancement, le lecteur se référera au chapitre « Présentation des projets connexes retenus pour l'analyse des impacts cumulés » de la présente pièce.

Le phasage des travaux se fera en concertation avec les maîtres d'ouvrage des opérations susceptibles d'interagir avec la réalisation du projet.

3.16.1.2 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement et de réduction

- **SDED et plan de circulation concernant les déplacements automobiles** :

  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.

- **Maintien/déviation et entretiens des itinéraires modes doux** :

  Les chantiers influenceront également les cheminements piétons à proximité. Ces cheminements seront maintenus ou déviés et les modifications seront adéquatement balisées. Il sera veillé à préserver les parcours des personnes à mobilité réduite.

  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 glissade) et raisonnablement praticables sans danger. Un éclairage suffisant sera assuré.

- **Maintien de la qualité de service des transports en commun impactés en concertation avec les opérateurs et gestionnaires d'infrastructures** :

  La Société du Grand Paris, le STIF ainsi que les exploitants et gestionnaires d'infrastructure SNCF-RFF-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. Dans le secteur de Nanterre La Folie, le projet EOLE, sous maîtrise d'ouvrage de RFF, intègre d'ores et déjà la réalisation de mesures conservatoires qui permettront de limiter les incidences locales durant les travaux ultérieurs de la Ligne 15 Ouest.

  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 RFF, la SNCF et la RATP en articulation avec les études de maîtrise d'œuvre de la Société du Grand Paris.

  L'impact de la réalisation du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel sur l'exploitation des sections de la ligne 15 déjà en service sera par ailleurs minimisé, aussi bien pendant les travaux du tronçon qu'à l'occasion de ses deux étapes programmées de mise en service, du fait d'interfaces quasi inexistantes avec les ouvrages déjà réalisés :

  - l'extrémité sud du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel correspond à l'ouvrage annexe situé sur l'Ile de Monsieur, à 500 mètres environ de la gare Pont de Sèvres de la ligne 15, qui sert également de puits de tunnelier lors de la phase chantier de la ligne 15 Ouest : les dispositions techniques retenues sur cet ouvrage lui permettront de servir, de façon indépendante, de puits de tunnelier, limitant ainsi au maximum les impacts sur l'exploitation de la ligne 15 entre Noisy-Champs et Pont de Sèvres, et sur son arrière-gare ;

  - l'extrémité nord du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel correspond à l'ouvrage annexe situé boulevard Finot à Saint-Ouen, à 500 mètres environ de la gare Saint-Denis Pleyel, qui sert également de puits de tunnelier lors de la phase chantier de la ligne 15 Ouest : les dispositions techniques retenues sur cet ouvrage permettent d'éviter toute interface directe avec les tunnels d'arrière-gare des lignes 15 Est et 16/17 et de limiter ainsi au maximum les impacts sur l'exploitation de la ligne 15 entre Saint-Denis Pleyel et Rosny Bois-Perrier, ainsi que sur l'exploitation des lignes 16 et 17.

  Enfin, 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 de bus, 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.

- **Limitation de la réduction des places de stationnement** :

  Concernant le stationnement, le maître d'ouvrage planifiera les travaux de manière à limiter au maximum la diminution du stationnement particulièrement dans les secteurs où celui-ci est le plus contraint.

Mesures de suivi

- **Observer le taux d'occupation du stationnement à proximité** des chantiers de gares,

- **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, faciliteront une gestion dynamique du plan de circulation en fonction des dysfonctionnements observés.

3.16.2 Impacts et mesures en phase d'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.

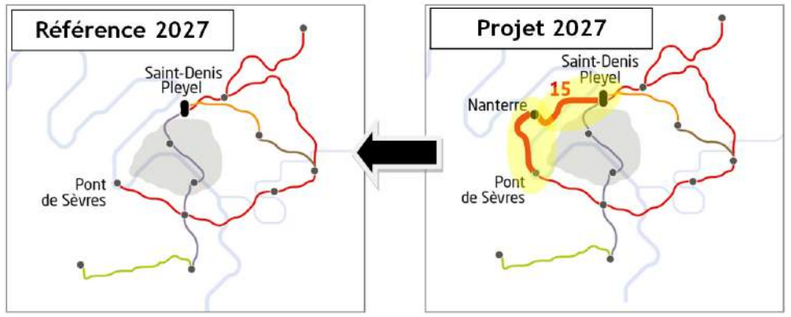
Les éléments issus du modèle MODUS sont plus spécifiquement présentés dans les points suivants. Ils illustrent les effets du projet sur la structure des déplacements, la répartition modale et la fréquentation des réseaux de transport dans le secteur d'étude associé au projet « Ligne 15 Ouest ». Le processus d'élaboration des prévisions de trafic du projet à partir des outils de modélisation (détail des hypothèses et des résultats) fait l'objet d'un volet spécifique dans la pièce H du présent dossier.

Les résultats de modélisation produits par MODUS ont également servi à alimenter en données d'entrée les volets « Energie 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.

3.16.2.1 Impacts directs et indirects du projet à l'horizon 2027

Les indicateurs présentés dans cette partie comparent la situation « avec projet » 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 : elle est construite ici en prenant notamment en compte les tronçons du Grand Paris Express prévus pour être en service à l'horizon 2027, à l'exception de celui qui constitue expressément le projet soumis à la présente enquête préalable à déclaration d'utilité publique (Ligne 15 Ouest). Cette méthode est cohérente avec celle retenue pour l'évaluation socio-économique du projet (voir pièce H du présent dossier).

Les éléments présentés ici permettent donc d'apprécier les **impacts liés à la réalisation du projet « Ligne 15 Ouest » à l'horizon 2027**, dans le contexte plus général de la mise en œuvre progressive des différents tronçons du Grand Paris Express, intégrés à la situation de référence sans projet.



Définition des situations avec et sans projet pour l'analyse des impacts du projet « Ligne 15 Ouest » (horizon 2027)

Cette analyse est complétée par un **éclairage sur les impacts associés à la réalisation du Grand Paris Express dans son ensemble à l'horizon 2030**, pour les territoires concernés par la ligne 15 Ouest.

L'offre en mobilité apportée par le projet

Sur les neufs gares de la ligne 15 Ouest, six offrent une correspondance avec au moins une ligne structurante du réseau actuel de transports en commun : Saint-Cloud (lignes L et U du Transilien), La Défense (RER A, tramway T2, lignes L et U du Transilien, ligne 1 du métro), Bécon-les-Bruyères (ligne L du Transilien), Bois-Colombes (ligne J du Transilien), Les Agnettes (ligne 13 du métro) et Les Grésillons (RER C).

En outre, le tramway T1 prolongé doit desservir la gare « Nanterre La Boule » et le RER E prolongé (projet EOLE) doit desservir les gares « Nanterre La Folie » et « La Défense ».

De plus, les gares situées aux extrémités Nord et Sud de la ligne 15 Ouest (Saint-Denis-Pleyel et Pont de Sèvres) permettent de faire la jonction avec d'autres tronçon du réseau du Grand Paris Express : la ligne 14 ainsi que les lignes 15 Est, 16 et 17 à Saint-Denis-Pleyel, la ligne 15 Sud à Pont de Sèvres.

Incidences sur la demande en déplacements

Les résultats suivants concernent le périmètre géographique d'étude (regroupement de communes) défini dans l'état initial.

- 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 2027, avec et sans projet.

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 2027 (source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec)

Destination	*Nombre de déplacements en référence*	*Evolution entre le projet et la référence*
Paris	691 000	+0,0 %
Seine-et-Marne	38 000	+0,0 %
Yvelines	326 000	+0,1 %
Essonne	56 000	-0,1%
Hauts-de-Seine	142 000	+0,1 %
Seine-Saint-Denis	234 000	-0,1%
Val-de-Marne	115 000	+0,1 %
Val-d'Oise	341 000	+0,0 %
Périmètre	4 326 000	+0,0 %
Total	**6 270 000**	**0,0%**

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 la contribution du projet dans l'accroissement des déplacements en transports en commun au départ de la zone d'étude (presque +1,5 % au total).

  Ces augmentations sont (en valeur relative) particulièrement importantes vers les Hauts-de-Seine, la Seine-Saint-Denis et le Val-d'Oise, départements pour lesquels la création de la ligne 15 Ouest offre une connexion efficace, depuis le secteur d'étude, vers les lignes de transport en commun qui les irriguent (notamment les lignes de RER et du Transilien ainsi que les autres tronçons de la ligne 15).

Evolution entre le projet et la référence de la répartition des déplacements en transports en commun, débutant dans le périmètre d'étude selon leur destination, un jour ouvrable moyen, en 2027. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Destination	*Nombre de déplacements en référence*	*Evolution entre le projet et la référence*
Paris	307 000	+0,2%
Seine-et-Marne	28 000	+0,9%
Yvelines	94 000	+1,5%
Essonne	26 000	+1,5%
Hauts-de-Seine	46 000	+2,9%
Seine-Saint-Denis	96 000	+2,5%
Val-de-Marne	69 000	+0,9%
Val-d'Oise	84 000	+1,6%
Périmètre	656 000	+1,7%
Total	**1 404 000**	**+1,4%**

Incidences sur le report modal

Le report modal se définit comme l'augmentation de la part modale[20] d'un mode alors que celle d'un ou de plusieurs autres modes diminue. Cette dernière est quantifiée 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 2027 et par destination.

[20] *C'est-à-dire le nombre de déplacements utilisant ce mode divisé par le nombre total des déplacements.*

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 2027. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Destination	***Transports en commun*** *(points de %)*	***Automobile*** *(points de %)*
Paris	+0,1	-0,1
Seine-et-Marne	+0,6	-0,6
Yvelines	+0,4	-0,4
Essonne	+0,8	-0,8
Hauts-de-Seine	+0,9	-0,9
Seine-Saint-Denis	+1,1	-1,1
Val-de-Marne	+0,4	-0,4
Val-d'Oise	+0,4	-0,4
Périmètre	+0,3	-0,3
Total	**+0,3**	**-0,3**

Les résultats montrent que la part modale des transports en commun augmente, au total, de 0,3 point avec le projet. Au contraire, la part modale de la voiture diminue de 0,3 point.

La part modale des transports en commun augmente le plus fortement pour les déplacements à destination des Hauts-de-Seine, de l'Essonne et de la Seine-Saint-Denis grâce aux connexions nouvelles permises par le prolongement de la ligne 15, qui permet aux habitants du secteur d'étude de bénéficier d'un accès plus direct au réseau structurant de transports en commun. Ce sont également vers ces départements que la part modale de la voiture diminue le plus.

<u>Incidences sur la fréquentation des réseaux de transports en commun</u>

L'analyse des effets de la réalisation du tronçon « Ligne 15 Ouest » sur les autres lignes du réseau de transport en commun à l'horizon 2027 a été menée en comparant la fréquentation et la charge futures des lignes de transport en commun avec et sans réalisation du tronçon, en prenant en compte les situations de projet et de référence définies plus haut.

La ligne 15 Ouest s'inscrit dans une logique d'« effet réseau » vis-à-vis du programme du Grand Paris Express, puisqu'elle contribue au bouclage complet de la ligne 15 de rocade. A ce titre, la réalisation du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel possède un impact positif perceptible sur l'allègement de la fréquentation et de la charge de certaines des lignes structurantes du réseau existant, en particulier celles desservant l'ouest et le nord de Paris.

- ***Réseau ferroviaire RER / Transilien :***

La fréquentation totale du RER A est allégée d'environ 4% grâce aux itinéraires nouveaux permis par la ligne 15 Ouest à l'horizon 2027, en particulier pour les déplacements ayant comme origine ou comme destination le pôle Nanterre / La Défense. C'est également le cas du RER E, dont la fréquentation totale est réduite de plus de 5% par rapport à la situation de référence ne prenant pas en compte le tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel.

Il en est de même des lignes Transilien relevant du réseau de la gare Saint-Lazare, qui voient globalement leur fréquentation allégée dans des proportions similaires à l'horizon 2027.

Cet effet d'allègement se traduit également sur les tronçons les plus chargés des lignes ferroviaires concernées. En particulier, la charge maximale du RER A dans Paris à l'heure de pointe du matin est réduite d'environ 5% lorsqu'est prise en compte la réalisation du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel de la ligne 15, qui permet des trajets plus directs pour les déplacements de banlieue à banlieue.

- ***Réseau de métro :***

La réalisation du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel a peu d'incidence sur la fréquentation d'ensemble des différentes lignes de métro. En revanche, la ligne 15 Ouest permet d'alléger le niveau de charge maximale de certaines lignes et donc d'assurer une utilisation plus équilibrée de ces dernières.

Ainsi, la charge maximale des deux branches de la ligne 13 et de son tronc commun se trouve allégée grâce à la réalisation du projet, qui apporte une liaison de rocade directe dans le nord-ouest de Paris ; dans ce secteur, la réalisation de la ligne 15 permet donc de compléter et d'amplifier les effets positifs du prolongement de la ligne 14 à Mairie de Saint-Ouen, qui compte parmi ses objectifs principaux la désaturation de la ligne 13. Le tronc commun de la ligne 13 dans Paris voit sa charge maximale à l'heure de pointe du matin réduite d'environ 8% par rapport à la situation de référence ; les charges maximales sur les branches de la ligne sont quant à elles réduites d'environ 7% sur la branche de Saint-Denis et de près de 15% sur la branche d'Asnières-Gennevilliers, directement connectée à la ligne 15 Ouest aux Agnettes.

D'autres lignes de métro voient également leur niveau de charge réduit avec la prise en compte de la ligne 15 Ouest, comme la ligne 9, connectée au tronçon à Pont de Sèvres et assurant la desserte des quartiers denses en emplois et en habitants de Boulogne-Billancourt. La ligne 1 présente quant à elle un allègement de sa charge entre les Champs-Elysées et La Défense, en direction de La Défense, et un effet conjoint de recharge au départ de La Défense, lié aux correspondants en provenance de la ligne 15.

- ***Réseau de tramway :***

Le tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel a un effet notable en matière d'allègement du tramway T2, plus marqué dans sa partie au sud de La Défense. Par rapport à la situation de référence 2027 ne prenant pas en compte la ligne 15 Ouest, la fréquentation globale de cette ligne de tramway est réduite d'environ 15%. Les niveaux de charge les plus élevés de la ligne sont également réduits dans des proportions similaires, la ligne 15 proposant un itinéraire attractif (gain de temps de parcours) pour les déplacements reliant le sud de Paris ou le territoire de la communauté d'agglomération Grand Paris Seine Ouest à La Défense.

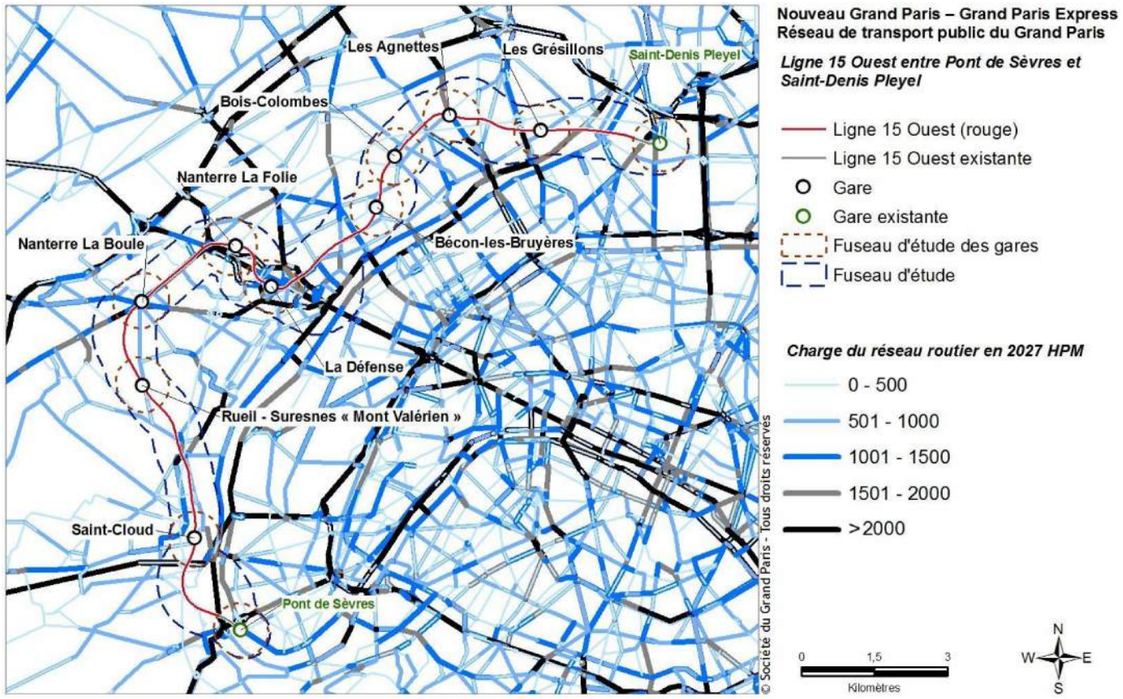
A l'horizon 2027, bien que la ligne T2 demeure l'une des lignes de tramway les plus chargées du réseau d'Ile-de-France, la réalisation de la ligne 15 du Grand Paris Express contribuera ainsi à réduire la criticité de son risque de saturation.

Pour plus de détails sur la fréquentation du réseau de transports en commun, se référer à la pièce H du présent dossier.

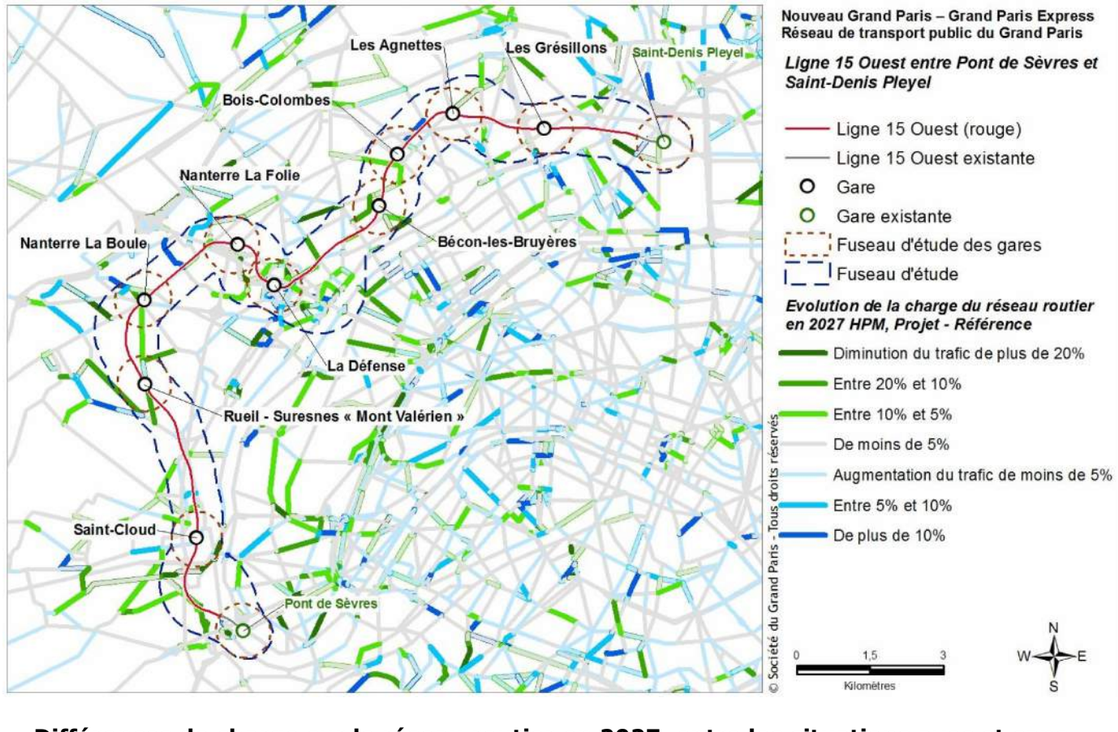
Incidences sur la charge du réseau routier

Les deux cartes ci-après présentent respectivement :

- La charge sur le réseau routier à la pointe du matin, en 2027 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 2027.



Charge sur le réseau routier en 2027, à l'heure de pointe du matin, avec projet. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec



Différences de charge sur le réseau routier en 2027, entre les situations avec et sans projet. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Les axes les plus chargés en situation avec projet restent les principales voies rapides que sont le Boulevard Périphérique et les autoroutes A1, A86, A13, A14 et A15 ainsi que le réseau de routes nationales et départementales comme la RND7 et la RD1.

Le projet apporte toutefois une diminution de la circulation automobile dans le périmètre d'étude, exprimée en véhicules-kilomètres : une diminution de 4 406 véhicules-kilomètres est ainsi observée à la pointe du matin, soit une réduction de 1,3% par rapport à la référence.

A l'échelle de l'Ile-de-France, le projet « Ligne 15 Ouest » présente un impact modéré sur la saturation[21] des réseaux routiers : ainsi, le linéaire de voirie saturé à plus de 80%, pour l'ensemble de la région Ile-de-France, est relativement stable en situation avec projet et sans projet à l'horizon 2027 (respectivement 1 236 km et 1 248 km, soit une réduction de 0,9%). Ce résultat s'explique notamment par le fait que la situation de référence sans projet prend en compte les autres tronçons du Grand Paris Express également prévus pour être en service à l'horizon 2027 ou avant : par construction, l'effet positif de la réalisation du Grand Paris Express sur l'allègement de la congestion routière est donc largement intégré à la situation de référence. A cet égard, un éclairage complémentaire sur l'effet global du Grand Paris Express en matière de saturation routière à l'horizon 2030, par rapport à une situation de référence n'intégrant aucun tronçon du Grand Paris Express, est présenté à la fin de la présente partie.

[21] *Le niveau de « saturation » d'un segment de voirie se définit comme le ratio entre la charge observée et la capacité de la voirie.*

Impacts indirects du projet à l'horizon 2027 (mise en service)

Les impacts indirects de l'amélioration de l'accessibilité induite par le métro se valorisent dans le cadre de l'évaluation socio-économique du projet. Pour plus de détails sur ces impacts le lecteur se réfèrera à la pièce H du présent dossier DUP.

Impacts cumulés

Dans le domaine de la mobilité, il est primordial de tenir compte de l'effet cumulé des projets susceptibles d'être mis en place dans la même aire géographique. C'est pour cette raison que dès le départ de l'analyse tous les projets en cours d'élaboration ou de construction qui seront en service à l'horizon d'étude ont été pris en compte. L'approche choisie permet donc de prendre en compte tous les effets cumulés en intégrant, dans un seul outil systémique, l'ensemble des projets qui interagiront. Les résultats présentés dans la partie précédente intègrent donc les effets d'interaction avec les autres projets de transport, de même qu'ils prennent en compte les hypothèses d'évolution de la population et des emplois associées aux projets d'aménagement des territoires concernés.

3.16.2.2 Impacts directs et indirects du projet au sein du réseau global à l'horizon 2030

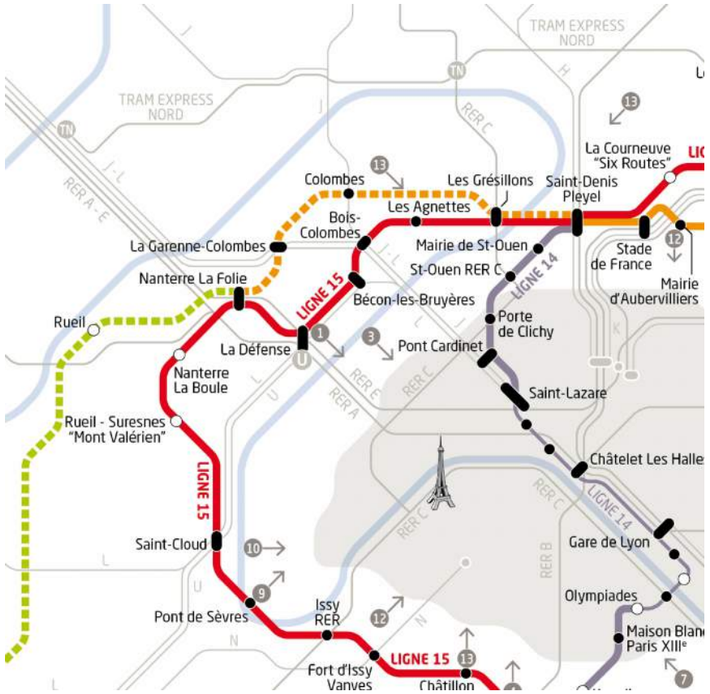
Cette partie vise à apprécier l'impact de la réalisation du Grand Paris Express dans son ensemble sur les déplacements dans le secteur géographique directement concerné par la réalisation du projet soumis à l'enquête (Ligne 15 Ouest). Cette partie est donc complémentaire de la précédente, qui s'attachait à décrire les impacts sur les déplacements du projet soumis à l'enquête, à son 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, sur le périmètre d'étude du projet, liés à la réalisation du programme du Grand Paris Express.

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 2027. La quasi-totalité du Grand Paris Express (hors sections Versailles – Rueil – Nanterre et Saint-Denis Pleyel – Colombes – Nanterre) sera ainsi en service.



Carte de situation du tronçon par rapport au réseau de transport public à l'horizon 2030 (traits pleins) – source : Société du Grand Paris

Incidences sur la demande en déplacements tous modes

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.

Tout comme le nombre total des déplacements émis par la zone d'étude entre la référence et le projet qui connaît une croissance de 7,5%, la répartition des destinations évolue fortement.

Le nombre de déplacements internes au périmètre d'étude augmente de 8%. A noter une diminution des déplacements vers la Seine-et-Marne (-2%) et les Hauts-de-Seine (-0,3%). Ces diminutions profitent néanmoins aux autres destinations qui voient leurs volumes de déplacements augmenter. Cette augmentation est particulièrement notable s'agissant des destinations auxquelles le Grand Paris Express permet d'accéder, via d'autres tronçons de la ligne 15, comme la Seine-

Saint-Denis (+26,8%) et le Val-de-Marne (+15,7%). La majorité des déplacements journaliers a cependant toujours lieu en interne au périmètre d'étude ou à destination de Paris.

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)

Destination	*Nombre de déplacements en référence*	*Evolution entre le projet et la référence*
Paris	662 000	3,8%
Seine-et-Marne	36 000	-2,0%
Yvelines	324 000	2,7%
Essonne	54 000	11,1%
Hauts-de-Seine	139 000	-0,3%
Seine-Saint-Denis	212 000	26,8%
Val-de-Marne	99 000	15,7%
Val-d'Oise	336 000	0,5%
Périmètre	4 030 000	8,1%
Total	**5 892 000**	**7,5%**

Ces résultats illustrent l'effet de synergie lié à la réalisation des différents tronçons du Grand Paris Express. Dans la présente analyse, la situation de référence ne comprend aucun des tronçons du Grand Paris Express, alors que, dans l'analyse réalisée précédemment pour l'horizon 2027, la situation de référence intégrait les tronçons du Grand Paris Express autres que la ligne 15 Ouest : de la sorte, les résultats présentés pour l'horizon 2027 traduisaient uniquement l'effet « différentiel » associé à l'ajout du tronçon Ligne 15 Ouest.

La comparaison de l'évolution des déplacements issus du secteur d'étude pour l'horizon 2030 montre ainsi que la recomposition des déplacements sur le territoire est significativement plus marquée lorsque l'ensemble des tronçons du Grand Paris Express sont pris en considération par rapport à la référence.

Incidences sur la demande en déplacements en transports en commun

Le nombre de déplacements en transports en commun débutant dans la zone d'étude augmente très significativement avec la réalisation du programme Grand Paris Express (+11,5%).

Cette augmentation est d'autant plus marquée vers les départements de proche et grande couronne, les différents tronçons du Grand Paris Express contribuant en particulier à faciliter les déplacements de banlieue à banlieue en transports en commun depuis le secteur d'étude. Elle est également à relier à l'accentuation de la croissance socio-démographique dans la situation prenant en compte la réalisation du Grand Paris Express, par rapport à la situation de référence sans Grand Paris Express.

Evolution entre le projet et la référence de la répartition des déplacements en transports en commun, débutant dans le périmètre d'étude selon leur destination, un jour ouvrable moyen, en 2030 (source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec)

Destination	*Nombre de déplacements en référence*	*Evolution entre le projet et la référence*
Paris	292 000	5,4%
Seine-et-Marne	25 000	0,8%
Yvelines	89 000	3,0%
Essonne	23 000	21,4%
Hauts-de-Seine	43 000	15,1%
Seine-Saint-Denis	79 000	38,2%
Val-de-Marne	56 000	26,6%
Val-d'Oise	78 000	3,1%
Périmètre	599 000	11,7%
Total	**1 283 000**	**11,5%**

Incidences sur le report modal

Comme le montre le tableau suivant, le report modal induit en faveur des transports en commun est de l'ordre de 0,8 point. La part modale des transports en commun augmente le plus fortement à destination du Val-de-Marne (+5,3 points), des Hauts-de-Seine (+4,7 points), de la Seine-Saint-Denis (+3,3 points) et de l'Essonne (+3,9 points, mais pour des volumes faibles). Ce sont aussi vers ces départements que la part modale de la voiture diminue le plus.

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)

Destination	***Transports en commun*** *(points de %)*	***Automobile*** *(points de %)*
Paris	0,7	-0,7
Seine-et-Marne	2,0	-2,0
Yvelines	0,1	-0,2
Essonne	3,9	-3,9
Hauts-de-Seine	4,7	-3,3
Seine-Saint-Denis	3,3	-4,4
Val-de-Marne	5,3	-5,3
Val-d'Oise	0,6	-0,3
Périmètre	0,5	-0,3
Total	**0,8**	**-0,9**

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. On observe 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.

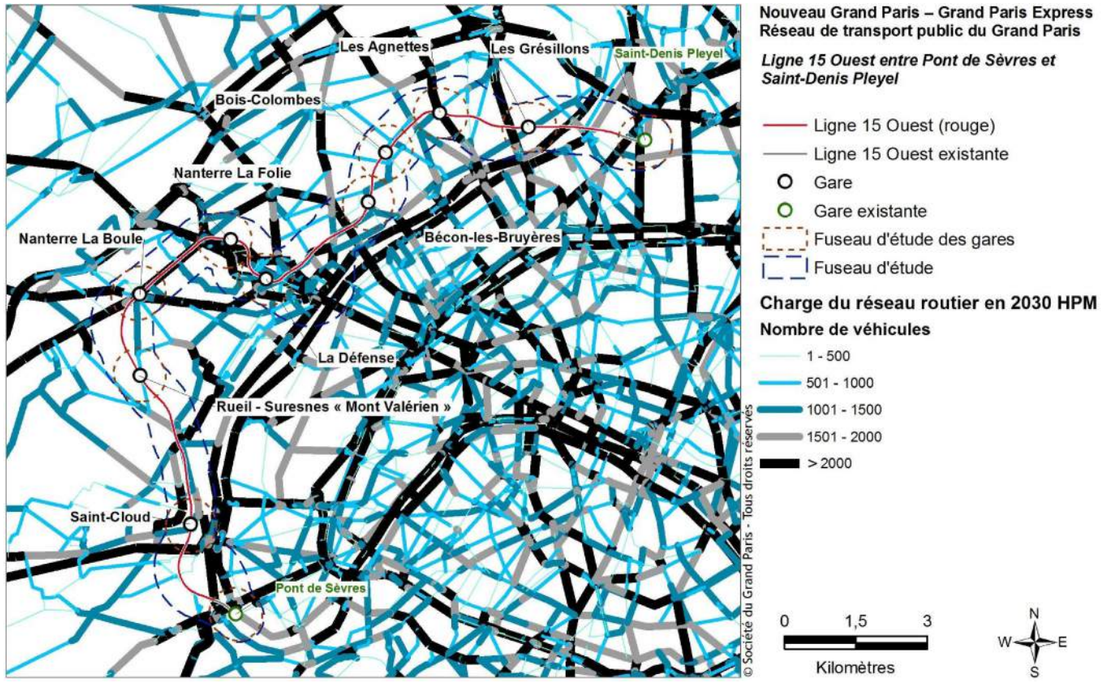
Sur le métro, les effets de réduction de la charge maximale concernent de nombreuses lignes, principalement celles qui sont en correspondance avec le projet. La diminution de la charge maximale est notamment comprise entre 10% et 20% pour les lignes 4, 6, 7, 9 et 13, à l'intérieur de Paris.

Pour plus de détails sur l'impact du réseau du Grand Paris Express sur la fréquentation du réseau de transport, se référer à la pièce H du présent dossier.

Incidences sur la charge et différence de charge du réseau routier

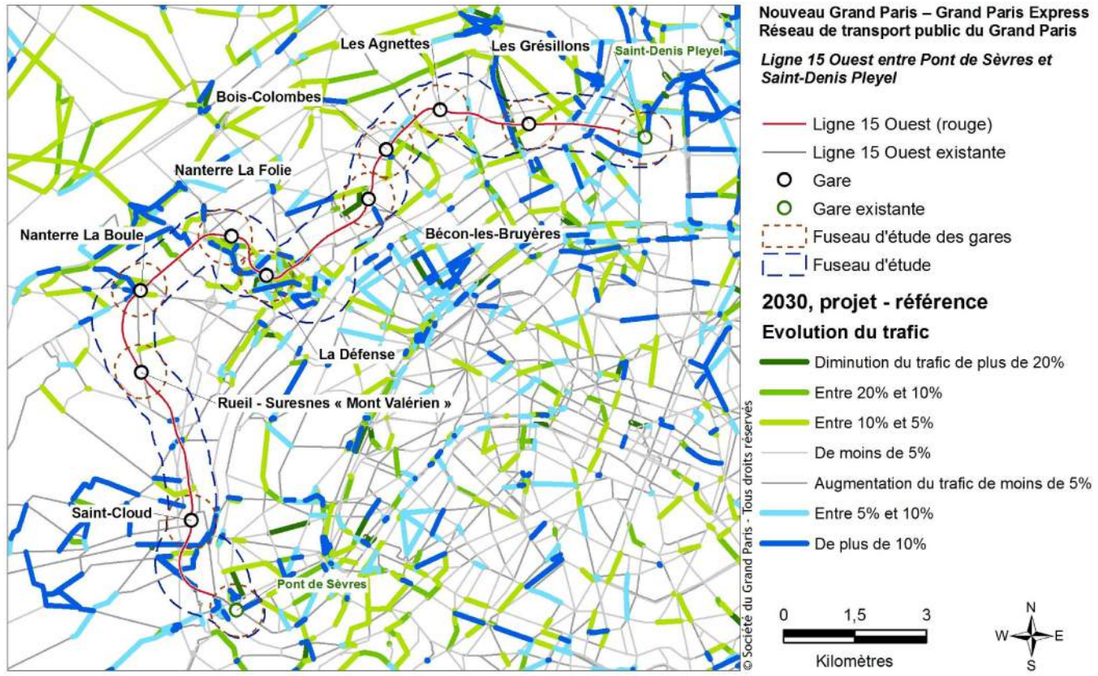
Les deux cartes ci-après présentent respectivement :

- 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.



Charge sur le réseau routier en 2030, à l'heure de pointe du matin, avec projet (source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec)

Comme c'est le cas à l'horizon 2027, les voies qui présentent les charges les plus importantes à l'horizon 2030 sont le Boulevard Périphérique, les autoroutes A1, A86, A13, A14 et A15 ainsi que le réseau de routes nationales et départementales comme la RND7 et la RD1.



Différences de charge sur le réseau routier en 2030, entre les situations avec et sans projet (source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec)

La réalisation du Grand Paris Express apporte une diminution des véhicules-km dans le secteur d'étude, par rapport à la situation de référence sans projet : dans le périmètre d'étude, une diminution de 1 836 véhicules-kilomètres est observée à la pointe du matin, ce qui correspond à une diminution de 0,6% par rapport à la référence sans Grand Paris Express. La diminution est dans le cas présent moindre que dans l'analyse 2027 à l'échelle du tronçon « Ligne 15 Ouest », car la réalisation du Grand Paris Express dans son ensemble s'associe ici à une croissance socio-démographique supplémentaire par rapport à la situation de référence, ce qui conduit à une augmentation du nombre de déplacements de l'ordre de +7,5% entre les situations sans et avec projet.

Congestion observée du réseau routier

Le tableau ci-après montre l'évolution du linéaire de voirie saturée à plus de 80% pour l'ensemble de la Région Ile-de-France, avec et sans réalisation du Grand Paris Express, en 2030.

Evolution du linéaire de voirie francilienne saturée entre la référence et le projet, en 2030 (source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec)

Linéaire de voirie saturée à plus de 80%	
Projet, 2030, HPM	2 350 km
Référence, 2030, HPM	2 440 km
Ecart Projet - Référence	-90 km
	-3,6%

La réalisation du 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 90 km, ce qui correspond à une diminution de 3,6% du linéaire saturé.

Effets sur les 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, portant sur la création, la reconfiguration ou la reconstitution de parkings publics aux abords des gares du réseau de transport public du Grand Paris. Les parts modales prises en considération pour chaque gare du projet sont données dans le tableau ci-après.

Hypothèses de répartition modale pour l'accès à chaque gare du projet dans l'étude de stationnement, à l'heure de pointe du matin pour l'horizon 2030 (source : Société du Grand Paris)

Gare	*Conducteur et passager d'une voiture garée*	*Déposé en voiture repartie*	*Bus / TCSP*	*Marche et vélo*
Saint-Cloud	7 %	4 %	35 %	54 %
Rueil - Suresnes « Mont Valérien »	7 %	4 %	36 %	53 %
Nanterre La Boule	6 %	4 %	45 %	45 %
Nanterre La Folie	7 %	4 %	37 %	51 %
La Défense	7 %	4 %	37 %	52 %
Bécon-les-Bruyères	7 %	4 %	34 %	55 %
Bois-Colombes	7 %	4 %	34 %	55 %
Les Agnettes	7 %	4 %	33 %	56%
Les Grésillons	7 %	4 %	36 %	53 %

La part modale d'accès en voiture (cumul « voiture garée » et « dépose minute ») est estimée à environ 10% pour chacune des neuf gares du projet. Cette proportion relativement modeste s'explique par le contexte d'insertion des gares, qui, dans leur majorité, se situent dans un tissu urbain de proche couronne, généralement peu favorable au rabattement automobile.

3.16.1 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant la mobilité

Le tableau page suivante présente une synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement à l'échelle de la Ligne 15 Ouest.

Synthèse des impacts et mesures liés à la mobilité

Secteurs concernés	Thématiques	Niveau d'enjeu	Objectifs	Caractéristiques et niveau de l'impact	Mesures mises en œuvre
Tous les secteurs	*Evolution des déplacements*	La part des déplacements internes à la Petite Couronne est en forte augmentation depuis plus de trente ans alors que celle des déplacements en échange avec Paris reste au même niveau.	Désenclaver les territoires mal desservis par les transports en commun	Impact positif : Les territoires traversés par la ligne verront leur offre en transport augmenter et bénéficieront d'une liaison ferroviaire structurante nouvelle.	
	Fréquentation des réseaux	Une forte augmentation du trafic sur les autoroutes en rocade (A86, Francilienne) entre 2000 et 2010 a été observée, alors que le trafic diminuait sur les autoroutes radiales (A13, A14…) et les voiries non autoroutières proches de Paris (RN13, …).	Permettre de réduire la sollicitation du réseau routier et de réduire les nuisances liées à cette forte fréquentation	Impact positif : réseau routier : diminution de 4 406 véhicules-kilomètres à la pointe du matin dans le périmètre d'étude, soit -1,3% par rapport à la référence 2027	
		Les lignes ferrées, principalement radiales (RER A, Transilien J, L et U) sont particulièrement chargées et arrivent en limite de capacité	Délester les tronçons du réseau ferré qui arrivent en limite de capacité sur les liaisons radiales	Impact positif : réseau ferré : réduction de la fréquentation et de la charge maximale sur le tramway T2, les lignes de Transilien N et L et le métro 13.	
	Parts modales	L'augmentation de la part modale des transports collectifs est en accélération depuis dix ans. L'utilisation des transports en commun dans la compétition avec la voiture particulière doit être favorisée pour atteindre les objectifs de +20% de déplacements en transport en commun dans la région.	Favoriser l'utilisation des transports en commun pour contribuer à atteindre les objectifs de +20% de déplacements en transports en commun dans la région	Impact positif : Augmentation de 0,3 point de la part modale des transports en commun pour les déplacements ayant comme origine le périmètre d'étude, par rapport à la référence 2027	
	Chantiers	Très fort : chantier de la gare de Nanterre La Boule et du Puit Avenue Gambetta Eole Fort : chantiers des puits Croix du Roy, Préfecture 92, Serres de Neuilly, Parcs des Bruyères, Les Caboeufs et L'Ile Saint Denis. Chantiers des gares de Nanterre La Folie, Bois-Colombes et Les Agnettes Modéré : chantiers des puits Allée de Chartres, Rue Buzenval – Rue Traversière, Jardin des Tourneroches, Nanterre Mairie, Lycée Renoir, Avenue Gabriel Péri et des gares de Saint-Cloud, Rueil-Suresnes « Mont Valérien », Bécon-les-Bruyères et Les Grésillons. Faible : autres chantiers n'empiétant pas directement sur les voiries ou où le trafic est non significatif	Rendre le moins gênant possible les impacts des chantiers sur les circulations (véhicules privés, transports en commun, modes actifs)	Les impacts sont le charroi des véhicules nécessaires aux chantiers, les déviations d'itinéraires engendrées, les impacts sur la voirie et les impacts sur les transports en commun et les modes actifs.	**<u>Mesures de réduction et d'évitement</u>** Planification des chantiers et de l'évacuation des déblais (cf. Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais en annexe G.4.1). Les itinéraires de déviations (véhicules, piétons et transport) et une information adéquate devraient permettre de réduire les impacts. 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. **<u>Mesure de suivi</u>** Suivi des chantiers sensibles vis-à-vis de la pollution du milieu souterrain par un maître d'œuvre spécialisé.

<u>Légende :</u>

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*	
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*	*Impact positif*

3.16.2 Coûts liés aux mesures d'accompagnement en réponse aux effets sur la mobilité

Les coûts sont inhérents au projet de conception et de construction de la Ligne 15 Ouest.

3.17 Energie et gaz à effet de serre

Ce chapitre évalue les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre induites directement par la Ligne 15 Ouest (construction et exploitation de l'infrastructure) ou évitées grâce aux effets indirects du projets (report modal de la voiture particulière vers les transports en commun). Dans un premier temps, l'analyse du bilan énergétique permet de comparer les consommations énergétiques nécessaires au fonctionnement de la Ligne 15 Ouest et l'impact du projet sur les consommations du trafic routier en Ile-de-France. Ensuite, le bilan des émissions de gaz à effet de serre permet d'étendre le champ d'analyse en prenant en compte les émissions liées aux matériaux de construction et aux chantiers ainsi que les impacts du projet sur l'urbanisation.

Tant au niveau de l'énergie qu'au niveau des émissions de gaz à effet de serre, l'analyse s'attache d'abord à évaluer les impacts de la Ligne 15 Ouest en tenant compte des lignes du Grand Paris déjà en service à l'horizon 2027.

Ensuite, l'analyse est étendue à la quasi-totalité du réseau de transport du Grand Paris (horizon 2030) afin d'évaluer le rôle de la Ligne 15 Ouest au sein de cet ensemble maillé.

3.17.1 Energie

3.17.1.1 Rappel des enjeux

Comme détaillé dans l'analyse de l'état initial, 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[22] dès 2015 et de 2,5% par an dès 2030.

En améliorant la mobilité en Ile-de-France, le Réseau de Transport du 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.

[22] Rapport entre la consommation d'énergie primaire et le PIB.

3.17.1.2 Impacts et mesures en phase chantier

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.

Plus en amont, la production des matériaux nécessaires à la construction peut également nécessiter des quantités très importantes d'énergie.

Comme mentionné précédemment, ces consommations seront abordées plus en détails dans l'analyse des impacts sur les émissions de gaz à effet de serre.

Mesures d'évitement et de réduction

- **Rationnaliser et optimiser le transport de matériaux et de déblais**

  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. 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.

  Les quantités de déblais et de matériaux étant très importantes, il est fondamental d'en organiser sérieusement l'évacuation et l'acheminement afin de limiter les distances parcourues et les impacts induits. Il faudra ainsi réduire au maximum le parcours sur le réseau routier des camions nécessaires à cet ouvrage, le nombre de ces derniers étant particulièrement conséquent.

  De plus, il faudra privilégier au maximum le transport fluvial 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 de la Ligne 15 Ouest est d'ailleurs plutôt favorable à ce mode de transport de par sa proximité avec la Seine, en particulier à hauteur de la gare de Pont de Sèvres. Le fret ferroviaire quant à lui reste anecdotique pour le transport de déblais. Les acteurs concernés évoquent la difficulté de mise en œuvre d'un tel acheminement.

  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).

Mesures de suivi

- **Respect des plannings** : 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.

3.17.1.3 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…). La Ligne 15 Ouest ne comporte aucun bâtiment technique.

- Les gains, quant à eux, proviennent essentiellement de la circulation routière. Deux effets principaux se distinguent : d'une part les gains liés à la réduction des distances parcourues sur le réseau ro²

- tier 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.

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 réseau de métro du Grand Paris à partir des voitures.kilomètres parcourus (pour les consommations liées à la traction des rames), et des consommations effectives de bâtiments existants similaires aux gares et bâtiments techniques du réseau (pour les consommations liées au fonctionnement de ces bâtiments).

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 voitures 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.

Concernant la Ligne 15 Ouest, un facteur de consommation moyen de 2,2 kWh/voiture.km a été retenu. Il correspond à une hypothèse prudente pour la consommation moyenne d'un matériel roulant sur fer. Le nombre de voitures.kilomètres parcouru a, quant à lui, été évalué sur base des études d'exploitation.

Les résultats concernant les besoins énergétiques liés à la traction des rames de métro sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques et consommation énergétique de traction

	Milliers de voitures.km / an	***Consommation annuelle***
Ligne 15 Ouest – tronçon « Pont de Sèvres – Nanterre » (2025)	17 600	**38 800 MWh soit 3 300 tep**
Ligne 15 Ouest totale (2027)	36 300	**79 900 MWh** soit **6 900 tep**

La consommation annuelle de la Ligne 15 Ouest, une fois celle-ci entièrement en service en 2027, représente environ 16% de la consommation de l'ensemble du réseau du Grand Paris (voir ci-après). Cette part conséquente s'explique notamment par la longueur significative de la ligne (environ 10% du linéaire du réseau global), par la fréquence élevée du métro (2 minutes en heure de pointe), et par la longueur des trains (trains de six voitures).

Besoins énergétiques des bâtiments : Les besoins des bâtiments correspondent à l'électricité nécessaire à leur fonctionnement (éclairage, informatique, panneaux lumineux,…). 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 par gare 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.

Par ailleurs, la Ligne 15 Ouest ne comprend pas de site industriel, les fonctions afférentes étant assurées par des sites localisés sur d'autres tronçons de la Ligne 15.

Le tableau ci-dessous présente les estimations de consommations énergétiques nécessaires au fonctionnement des gares et bâtiments techniques de la Ligne 15 Ouest.

Consommation annuelle des gares de la Ligne 15 Ouest.

Consommation des 4 gares du tronçon « Pont de Sèvres – Nanterre » (2025)	**4 080 MWh** soit **350 tep**
Consommation totale correspondant à la consommation d'électricité des 9 gares de la Ligne 15 Ouest (2027)	**9 180 MWh** soit **790 tep**

La consommation de l'ensemble des gares de la Ligne 15 Ouest en 2027 représente environ 9% de la consommation globale des bâtiments du réseau du Grand Paris Express (voir ci-après).

Conclusion : D'un point de vue des consommations énergétiques et sur la base des hypothèses détaillées précédemment, la Ligne 15 Ouest présente une répartition de 90% des consommations énergétiques pour la traction et 10% pour le fonctionnement des gares.

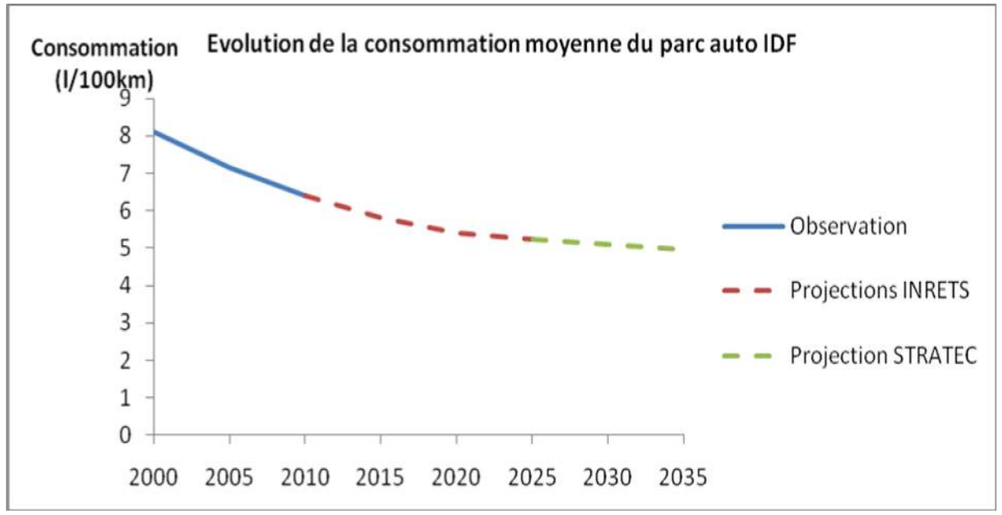
Consommations liées à la circulation routière

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. La courbe de consommation est représentée dans la figure suivante.

Il faut noter, 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 de circulation. En Ile-de-France, la vitesse moyenne de circulation des véhicules étant relativement faible, elle est généralement inférieure à la vitesse correspondant à l'optimum de consommation (environ 60 à 70 km/h). Une accélération globale sur le réseau permet donc un rapprochement de cet optimum, ce qui engendre une baisse de la consommation globale des véhicules (véhicules particuliers et poids lourds) en circulation.



Evolution de la consommation moyenne du parc auto en IDF[23]

Ainsi, pour évaluer les impacts de la Ligne 15 Ouest sur les consommations énergétiques du trafic routier, il a été nécessaire de calculer les consommations totales des véhicules circulant sur chaque voirie du modèle de transport. En tenant compte des variations de flux et de vitesse, il a alors été possible de comparer les consommations globales du trafic routier en Ile-de-France dans une situation de référence (sans le projet) et dans une situation de projet (prenant en compte la Ligne 15 Ouest).

Conclusion *:* Les résultats présentés ci-après concernent l'horizon de la mise en service de la Ligne 15 Ouest, c'est-à-dire 2027. Pour réaliser le bilan global de la mise en service à 2035, les mêmes calculs ont été réalisés pour chaque année en tenant compte de la diminution des consommations des véhicules routiers. Par souci de clarté, ces résultats ne sont cependant pas détaillés dans la présente pièce.

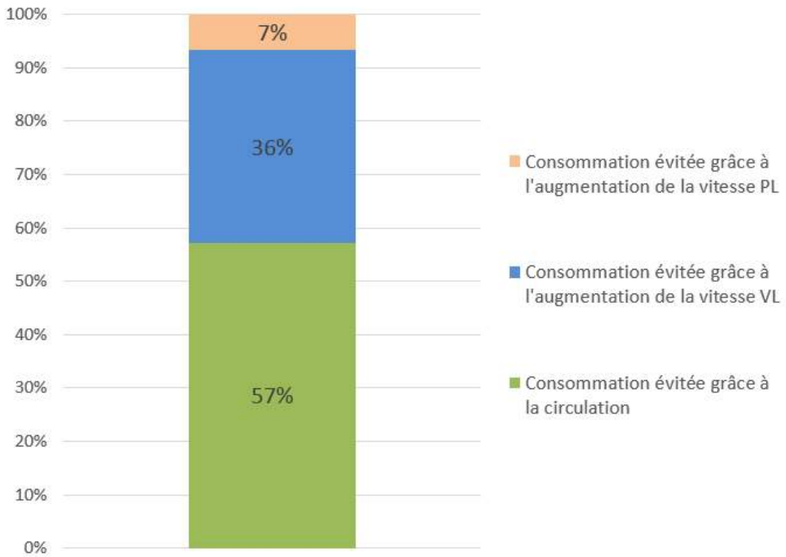
[23] 2000-2010 : Ministère de l'écologie, du développement durable des transports et du logement, observations et statistiques, La consommation d'énergie et les émissions polluantes liées aux déplacements, http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr, 2012 ; 2010-2025 : INRETS : Directives et facteurs agrégés des véhicules routiers en France de 1970 à 2025 ; 2025-2050 : projection linéaire STRATEC pour atteindre 4,5l/100km en 2050.

Résultats des gains énergétiques annuels liés aux variations des consommations du trafic routier engendrées par le projet à l'horizon 2027 en tonnes équivalent pétrole (tep)

	Impacts annuel du projet à l'horizon 2027
Gains liés à la diminution des distances parcourues par les véhicules particuliers	- 12 700 tep
Gains liés à l'augmentation de la vitesse des véhicules particuliers	- 8 000 tep
Gains liés à l'augmentation de la vitesse des poids lourds	- 1 500 tep
Total	- 22 200 tep

Les résultats montrent que l'impact du projet sur les consommations du trafic routier est de 22 200 tep économisées annuellement. La diminution des distances parcourues est responsable de 57% de ce total tandis que la légère augmentation de la vitesse de circulation des véhicules particuliers est responsable de 36% et celle des poids lourds de 7%.

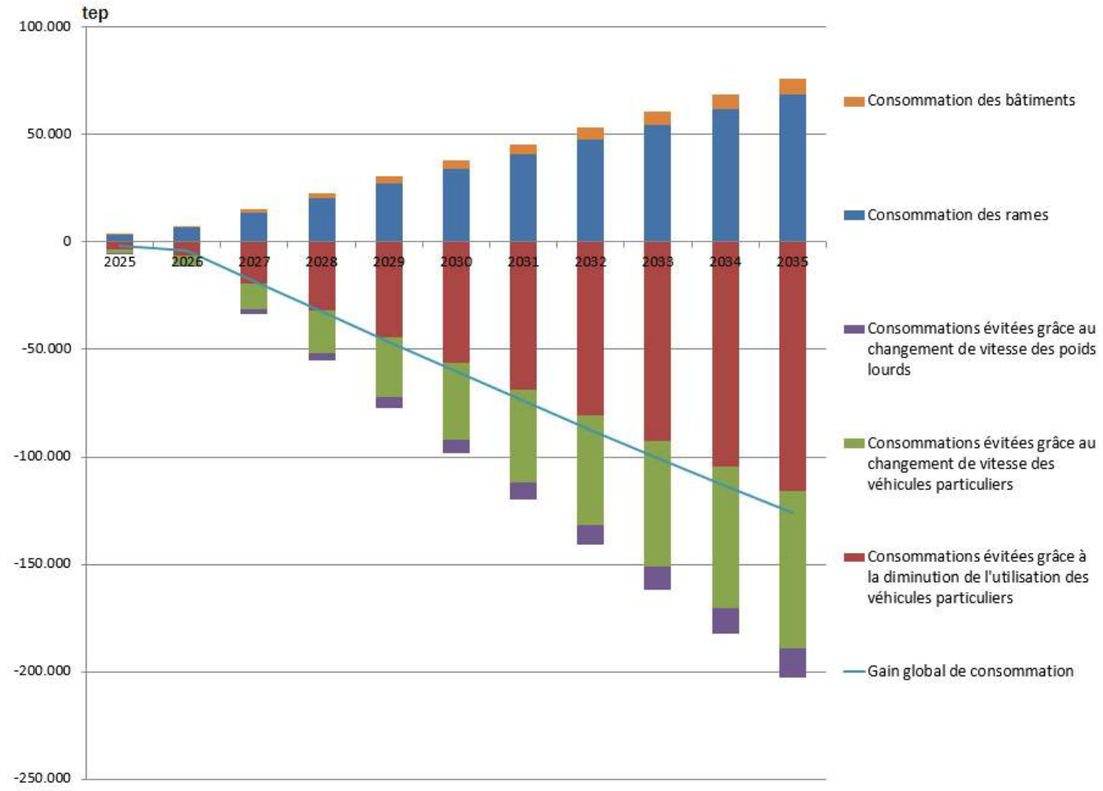
Répartition annuelle des consommations évitées grâce à l'amélioration des conditions de circulation après mise en service de la Ligne 15 Ouest (horizon 2027).



Synthèse

Le cumul des différentes consommations énergétiques depuis la mise en service de la Ligne 15 Ouest jusqu'à l'horizon 2035 est représenté sur la figure suivante. La figure révèle que le bilan énergétique de la Ligne 15 Ouest est particulièrement bénéfique puisque les consommations évitées grâce aux améliorations du trafic routier surpassent largement les consommations induites par le fonctionnement du métro.

Consommations énergétiques cumulées (en tep) par poste suite à la mise en service de la Ligne 15 Ouest



Ainsi, au total entre 2025 et 2035, près de 69 milliers de tep seraient nécessaires à la traction des rames, et près de 8 milliers de tep au bon fonctionnement des bâtiments. A l'inverse, l'amélioration du trafic routier (diminution des distances parcourues et diminution de la congestion) permettrait d'éviter la consommation de 203 milliers de tep. Au final, la consommation générale d'énergie serait donc réduite de 126 000 tep entre 2025 et 2035, ce qui correspond à environ 11 450 tep par an, soit un gain énergétique global significatif.

3.17.1.4 Analyse des impacts à l'horizon 2030

Besoins propres à l'infrastructure (le Grand Paris Express dans sa quasi-totalité)

Besoins énergétiques liés à la traction : A l'image de la démarche conduite afin de déterminer les consommations annuelles de la Ligne 15 Ouest, les résultats concernant les besoins énergétiques liés à la traction de l'ensemble des rames de métro sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Consommations énergétiques liées à la traction du matériel roulant pour l'ensemble du réseau de transport du Grand Paris

	Milliers de voitures.km / an	*Consommation annuelle*
Réseau global (2030)	232 000	**530 000 MWh** soit **45 600 tep**

Besoins énergétiques des bâtiments : Le tableau ci-dessous présente les consommations énergétiques des gares et des bâtiments techniques pour l'ensemble du réseau du transport du Grand Paris (horizon 2030) :

Consommation annuelle des gares et bâtiments techniques de l'infrastructure du Grand Paris.

	Gares	*Bâtiments techniques*
Consommations d'électricité[24]	73 500 MWh soit 6 320 tep	18 900 MWh soit 1 625 tep
Consommation de chauffage	9 700 MWh soit 749 tep	12 500 MWh soit 964 tep
Total	**114 600 MWh soit 9 700 tep**	

Conclusion des impacts directs : Du point de vue des consommations énergétiques et sur base des hypothèses détaillées dans le cadre de l'étude similaire concernant la Ligne 15 Ouest, l'ensemble du réseau Grand Paris présente une répartition de 83% pour la traction et 17% pour les bâtiments.

[24] Facteurs de conversion : 1MWh$_{Gaz}$ = 0,077 tep, et 1 MWh$_{Electricité}$ = 0,086 tep ; sources : Commissariat Général au développement durable, Chiffres clés de l'énergie, Edition 2011

Impacts indirects – circulation routière

En utilisant la même méthodologie que pour la Ligne 15 Ouest, il a été possible d'estimer les diminutions de consommations énergétiques engendrées par l'ensemble du réseau du Grand Paris à l'horizon 2030. Celles-ci sont reprises dans le tableau ci-dessous :

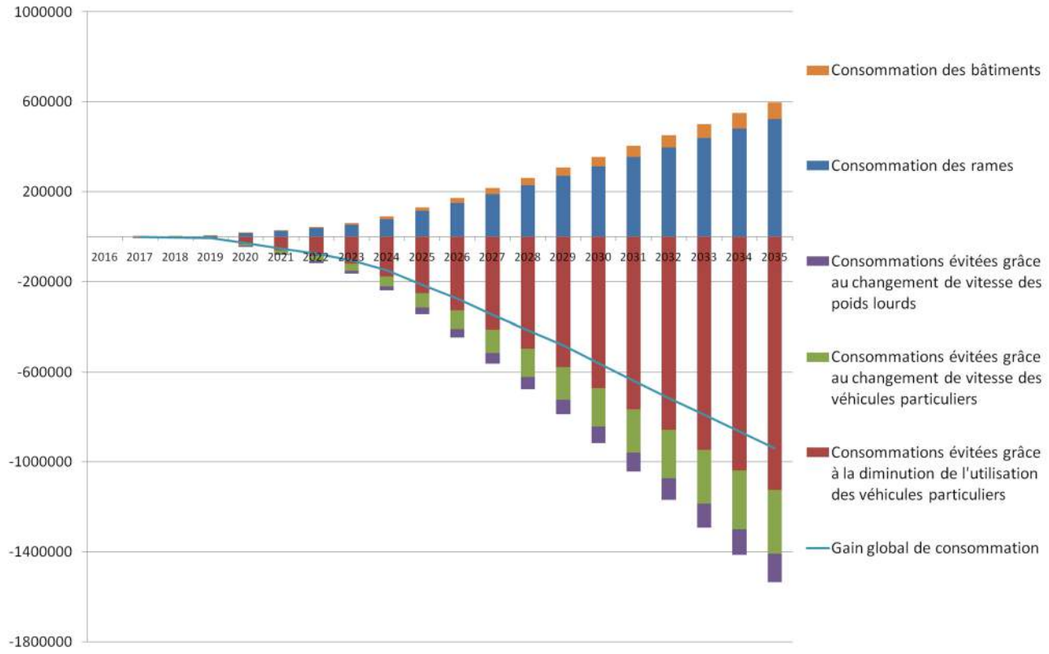
Gains énergétiques annuels liés aux diminutions des consommations du trafic routier engendrées par l'ensemble du Grand Paris à l'horizon 2030

	Impacts de l'ensemble du réseau à l'horizon 2030
Gains liés aux diminutions des distances parcourues par les véhicules particuliers	- 93 500 tep
Gains liés à l'augmentation de la vitesse des véhicules particuliers	- 23 600 tep
Gains liés à l'augmentation de la vitesse des poids lourds	- 10 400 tep
Total	- 127 500 tep

Les résultats montrent que l'impact du projet sur les consommations du trafic routier est de 127 500 tep économisées annuellement.

Synthèse

Le cumul des différentes consommations énergétiques depuis la mise en service des premières lignes du réseau Grand Paris jusqu'à l'horizon 2035 est représentée sur la figure suivante. Celle-ci révèle que le projet global est bénéfique d'un point de vue énergétique dès la mise en service de la première ligne. Les gains sont d'autant plus grands que l'on considère un horizon lointain.



Consommations énergétiques cumulées (en tep) par poste suite à la mise en service du réseau Grand Paris Express

Entre 2020 (mise en service des premiers tronçons) et 2035, ce sont 523 000 tep qui seraient nécessaires à la traction des rames et environ 75 000 tep nécessaires au fonctionnement des bâtiments. A l'inverse, l'amélioration du trafic routier (diminution des distances parcourues et diminution de la congestion) permettrait d'éviter la consommation de 1,535 millions de tep. Au total, ce sont donc 937 000 tep qui seraient consommés en moins entre 2020 et 2035 soit en moyenne 58 000 tep économisés par an.

3.17.1.5 Mesures d'accompagnement et effets résiduels

L'analyse des impacts de l'ensemble du Grand Paris montre que **l'infrastructure aura un effet globalement positif sur les consommations énergétiques en Ile-de-France**. Des mesures d'optimisation du projet devront néanmoins être mises en place afin de réduire au maximum les consommations de l'infrastructure et de maximiser les gains liés au report modal.

Mesures d'optimisation

- **Définition de choix stratégiques réduisant les besoins de l'infrastructures** : 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 de la Ligne 15 Ouest est élevée, de par les fréquences et les capacités conséquentes des métros du Réseau de Transport du Grand Paris 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 métro[25].

- **Construction de bâtiments faiblement énergivores** : Bien que moins importante, la consommation des gares pourra également être limitée au maximum. En termes de conception des bâtiments, il sera envisagé de construire des bâtiments bien isolés et récupérant un maximum d'énergie solaire. L'utilisation d'énergie renouvelable sera également envisagée.

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.

Mesures de suivi

- **Evaluation des consommations du matériel roulant et des bâtiments en cours d'exploitation (avec mise en place d'indicateurs de suivi)** : Les performances énergétiques du Réseau de Transport du Grand Paris pourront être suivies dans le temps via la mesure des consommations induites par le matériel roulant et les bâtiments du projet. 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 Réseau de Transport du Grand Paris. 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 potentiels mesures de réduction des consommations.

[25] Metro automatique et économie d'énergie, Siemens, 2009

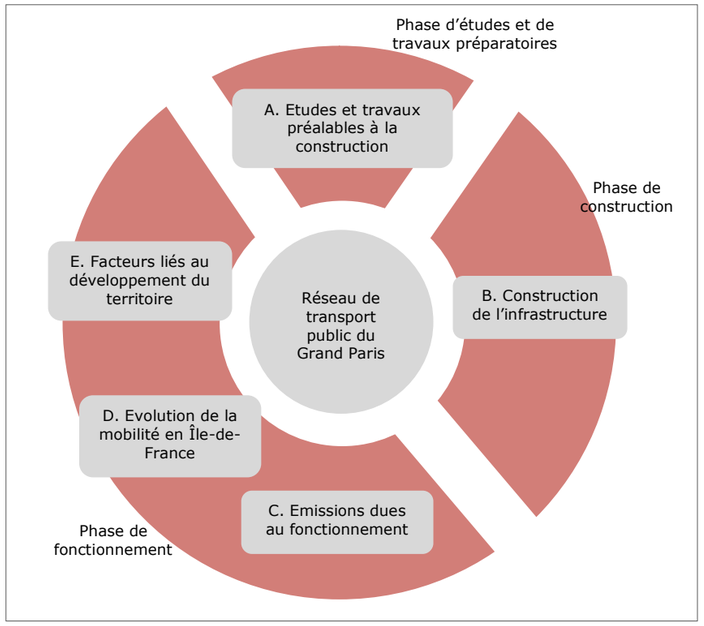
3.17.2 Emissions de gaz à effets de serre

3.17.2.1 Rappel des enjeux

L'importance de la population et des activités en Ile-de-France font de cette région un contributeur majeur aux émissions de gaz à effet de serre. Selon le Bilan Carbone® expérimental réalisé en 2006, l'empreinte carbone de la région s'élève à 38,5 millions de tonnes équivalent carbone par an. Les trois postes d'émissions les plus importants sont le secteur des transports, le résidentiel et le tertiaire.

Un projet d'infrastructure de transport majeur ayant des incidences majeures sur la mobilité mais également sur la structure urbaine, représente donc un enjeu très important pour les émissions de gaz à effet de serre. Cet enjeu est renforcé par les engagements ambitieux de la France et de l'Ile-de-France en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

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 Réseau de Transport du Grand Paris peut causer. La méthodologie est synthétisée brièvement ci-après.



Principales catégories de postes d'émissions en fonction des différentes phases de réalisation du projet

Afin d'étudier les émissions de GES, le projet est divisé en cinq grandes thématiques qui représentent les phases du projet. Les émissions correspondantes 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.

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.

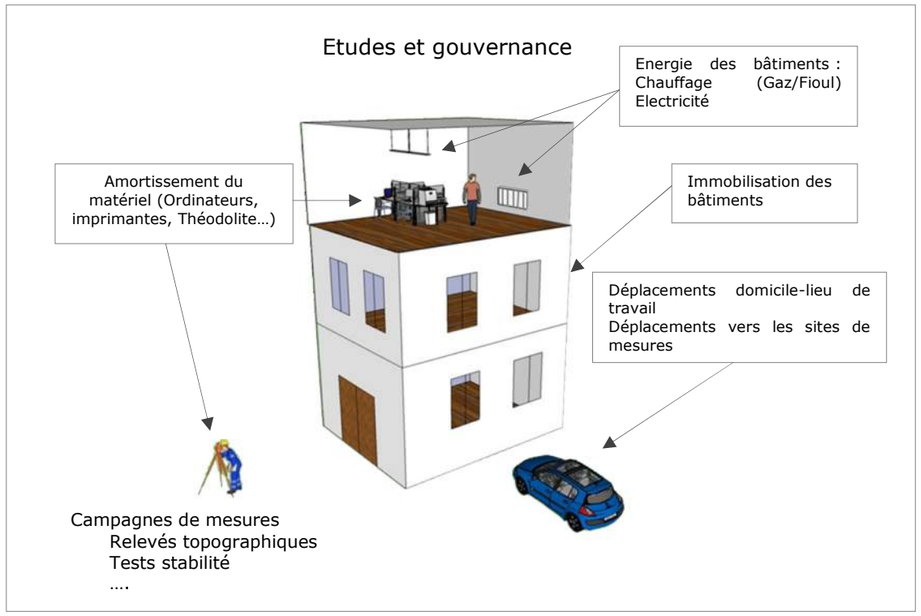
L'impact de la Ligne 15 Ouest sur les émissions de GES est fortement lié à l'ensemble du réseau du Grand Paris. Comme pour l'énergie, l'analyse portera donc dans un premier temps sur la Ligne 15 Ouest en isolant ces effets de ceux des autres lignes du Grand Paris (horizon 2027) puis dans un deuxième temps sur l'ensemble du réseau de transport du Grand Paris (horizon 2030).

3.17.2.2 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.

La réalisation de projets majeurs d'infrastructures de transport requiert de nombreuses concertations, études et travaux préparatoires (voir figure suivante), et 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.

Sur base des estimations des budgets alloués aux différentes études et à la gouvernance, les émissions correspondantes aux études préalables de la ligne à l'étude ont été évaluées à 16 300 téq CO_2 (soit un peu plus de 11% de l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris).



Représentation des postes d'émissions lors de la phase d'études et de travaux préalables (Source : Stratec).

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.

Le croisement des flux d'émissions et des flux d'activité permet une représentation matricielle des émissions de GES. Le tableau suivant en est un exemple.

Flux d'émissions et flux d'activité de la quantification des émissions de gaz à effets de serre liées à la construction du projet

		Tunnels par tunnelier	Tranchées couvertes	Ouvrages d'art aériens	Sections de surface	Equipements ferroviaires	Bâtiments, quais et voirie	Organisation du chantier
	Km de dble voie	***19***	***0***	***0***	***0***	***20***		
tCO_2e	Energie, déblais et ren	3.490	671	0	0	0	11.900	567
	Bétons, ciments	279.000	2.710	0	0	13.400	0	0
	Métaux	0	0	0	0	65.300	0	0
	Chaux	0	0	0	0	0	0	0
	Autres matériaux	0	0	0	0	64	162.000	0
	Transport et fret	30.600	2.040	0	0	1.290	34.600	33.600
	Changement usage de	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	**313.000**	**5.410**	**0**	**0**	**80.100**	**208.000**	**34.200**
		641.000						
	Par km de dble voie (20,3)	**15.400**	**267**	**0**	**0**	**3.940**	**10.300**	**1.680**
		31.600						

Tout comme pour l'approche au niveau global, la méthodologie utilisée pour réaliser la quantification des émissions de GES liées à la construction de la Ligne 15 Ouest 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 :

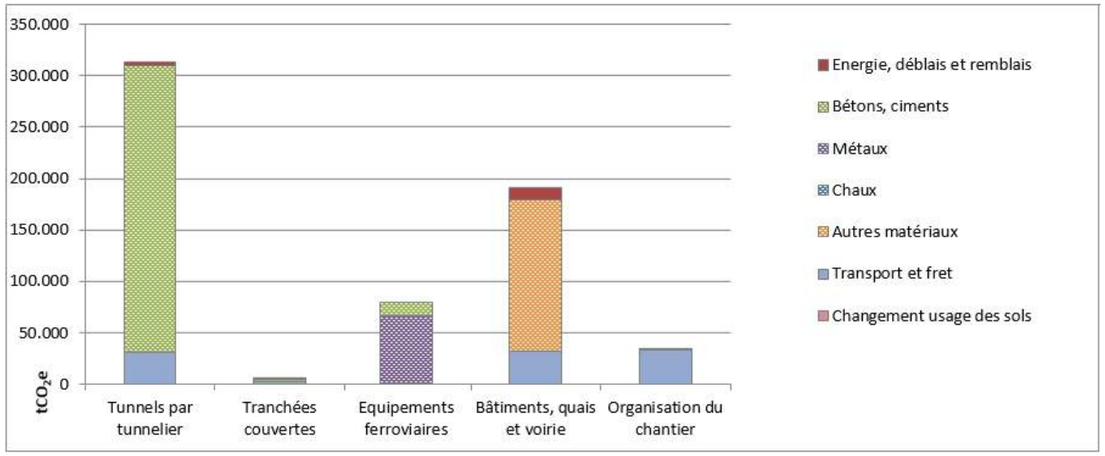
- La longueur de voie à réaliser est d'environ 20 km. Les parties courantes sont réalisées au tunnelier et sont de type monotube.
- Le nombre de gares est de 9 (gares de Pont de Sèvres et de Saint-Denis Pleyel exclues).
- Matériel roulant : il s'agit de trains roulant sur fer composés dans un premier temps de 6 voitures lors de sa mise en service en 2020, puis de 8 voitures à partir de 2027.

Le traitement des informations collectées a ainsi 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 et la figure qui suivent.

Emissions globales et par km de voie liées à la construction.

Emissions globales (téq CO_2)	**641 000**
Emissions par km (téq CO_2/km)	**31 600**

Le graphique suivant présente le croisement des flux d'émissions avec les flux d'activité.



Emissions de GES, en téq. CO_2, par type d'activité et par type de flux d'émissions

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 importantes et cet effet de masse se combine avec un procédé de fabrication très émetteur de GES pour le béton et le ciment.

Mesures d'évitement et de réduction

- **Choix des méthodes constructives limitant les émissions de GES** : 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. 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 permettant de réaliser un suivi dans le temps.

3.17.2.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation

Lors des choix de conception du métro et 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.

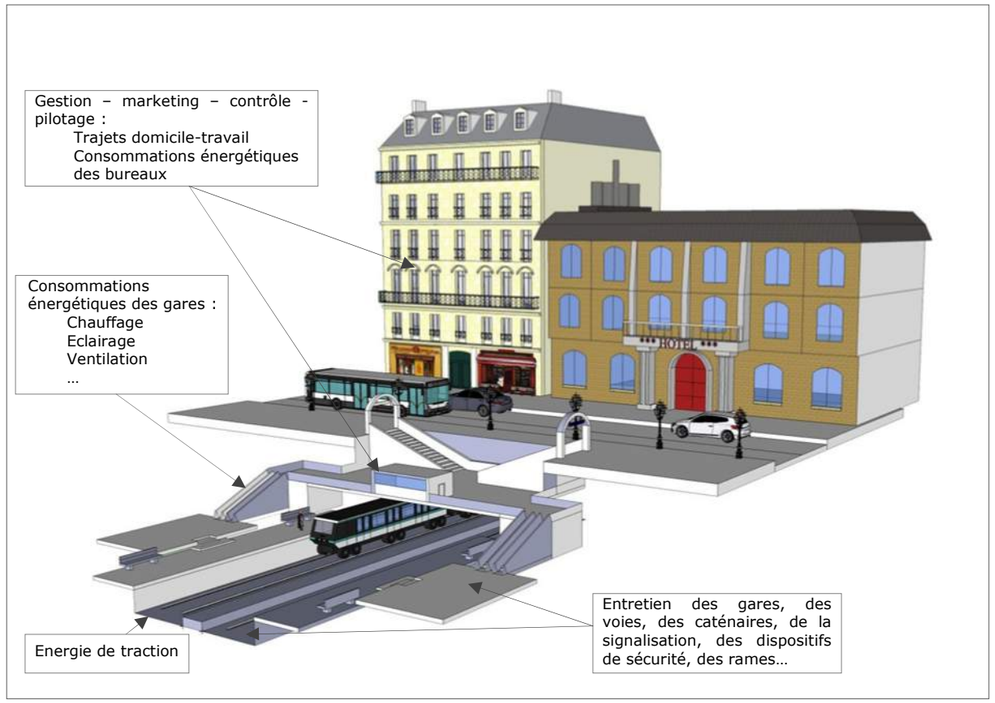
De nombreux flux de carbone sont liés au fonctionnement des infrastructures de transport. Il s'agit principalement de la consommation d'énergie et de tous les intrants liés au fonctionnement des trains et des gares :

- 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.). Des rames de service peuvent également recourir à des combustibles (fioul, différents gaz…), permettant ainsi d'intervenir sur le réseau lorsque la distribution en électricité est coupée (maintenance…).

- 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)

Les différentes typologies d'émissions identifiées sont les suivantes :

- Emissions 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 voitures.kilomètres parcourus (voir la partie relative à l'énergie pour plus d'informations), et qui est ici converti par le facteur d'émissions de l'énergie électrique.

  Les émissions liées à l'énergie de traction du projet s'élèvent à 2 500 teq CO_2 en 2025, 5 000 teq CO_2 en 2027, et les émissions cumulées s'élèvent à 117 100 teq CO_2 à l'horizon 2050.

- Emissions liées à l'énergie nécessaire aux bâtiments : Les émissions de GES liées aux consommations énergétiques des gares sont issues des estimations de consommations d'énergie moyennes de ces bâtiments, comme dans la partie relative à l'énergie.

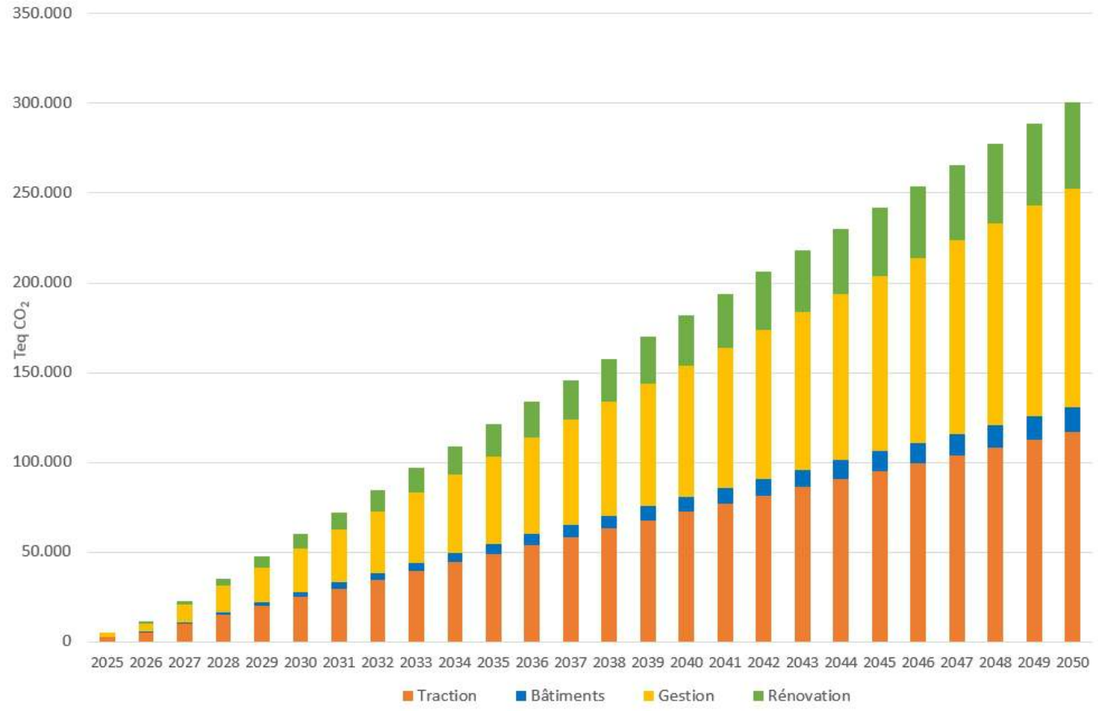
  Les émissions de CO_2 de l'utilisation des bâtiments sont de 259 teq CO_2 en 2025 et de 575 teq CO_2 en 2027.

- Activités de gestion, de marketing, de pilotage : Les émissions du projet liées aux activités de gestion ont été évaluées sur base des budgets prévisionnels pour de ces activités. Elles s'élèvent à 2 400 teq CO_2 en 2025 et à 4 900 teq CO_2 en 2027.

- Emissions 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 au cours du temps dès l'année suivant la mise en service du projet. Ainsi, les émissions de rénovation pour la Ligne 15 Ouest ont été évaluées à 970 teq CO_2 par an à partir de 2026 puis à 2 000 teq CO_2 par an à partir de 2028.

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 est le premier poste responsable des émissions de GES (41%), juste devant la traction (39%), puis viennent la rénovation lourde (16%) et enfin le fonctionnement des bâtiments (4%).



Emissions (téq CO_2) cumulées par poste de fonctionnement pour le projet.

Impact indirect : 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.

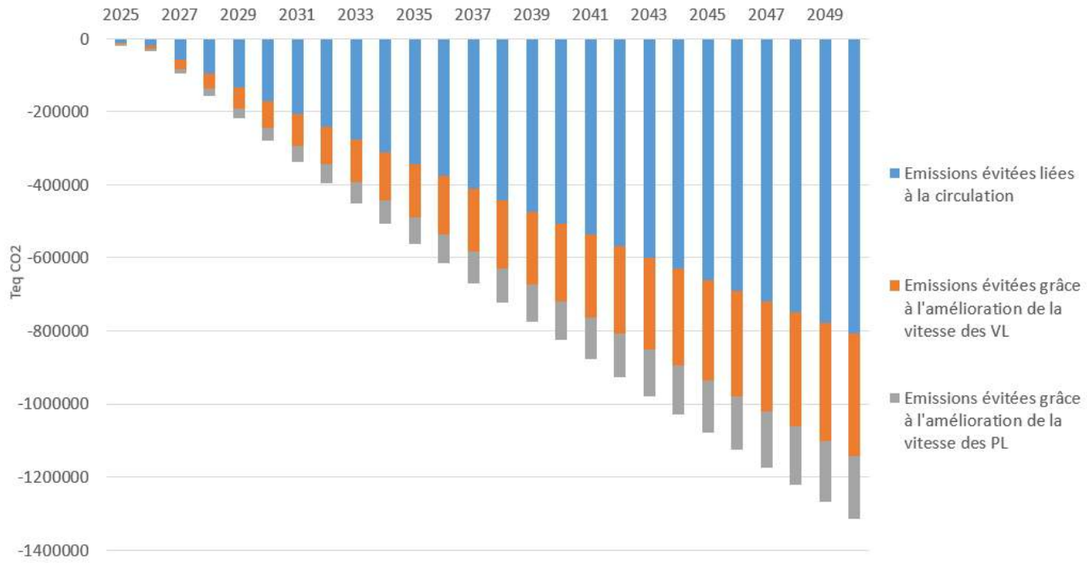
Comme lors de l'estimation des gains énergétiques, deux effets principaux du projet de métro sur le trafic routier et sur les émissions de CO_2 sont constatés :

- 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 base des résultats du modèle de transport. Ce même modèle a également permis de déduire les vitesses moyennes de parcours sur les différents axes du réseau et d'estimer, les consommations moyennes en situation de référence et en situation de projet en tenant compte des effets de congestion.

La figure suivante représente les émissions évitées cumulées grâce à la mise en service de la Ligne 15 Ouest au cours du temps. Elle met 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 suite à la mise en service de la Ligne 15 Ouest.

Impact indirect : 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 de la Ligne 15 Ouest et des mesures d'accompagnement 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 Réseau de Transport du Grand Paris.

Ce volet 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.

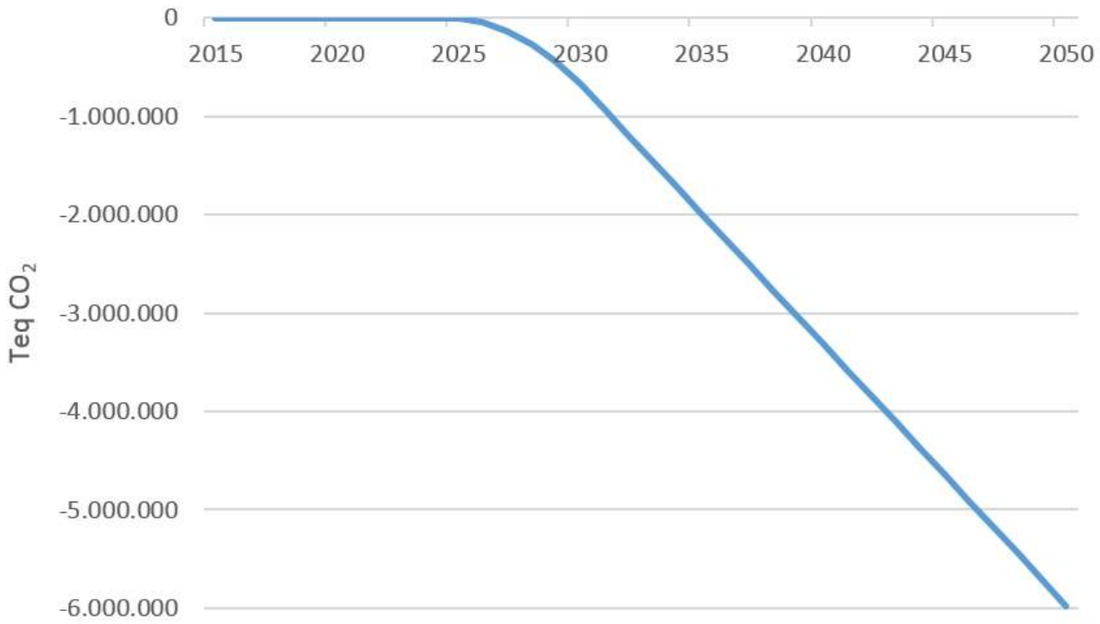
En conclusion, la modification du territoire qu'amène le projet de la Ligne 15 Ouest entraîne un large gain des émissions de CO_2. Ces gains s'expliquent par l'impact du projet sur la densification et le renouvellement du bâti à proximité des gares : il y a moins de réseaux à construire, moins de surfaces 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 5 974 milliers de teq CO_2 à l'horizon 2050 (avec 266 milliers de teq CO_2 pour la seule année 2050).

Les gains commencent à la mise en service de la première partie de la Ligne 15 Ouest, en 2025. Ils présentent ensuite un accroissement bien plus important à partir de 2027, à la mise en service de l'ensemble de la ligne.

Le renouvellement du bâti plus ancien et moins performant énergétiquement nécessite des travaux qui émettent des émissions de GES lors des premières années ce qui explique une décroissance des émissions plus faible dans les premières années. 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. En phase de chantier, les émissions produites restent plus importantes que les émissions évitées.

Concernant la phase exploitation, 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. Les émissions évitées liées au fonctionnement compensent les émissions engendrées par la phase chantier dès la mise en service du tronçon « Pont de Sèvres – Nanterre » en 2025.

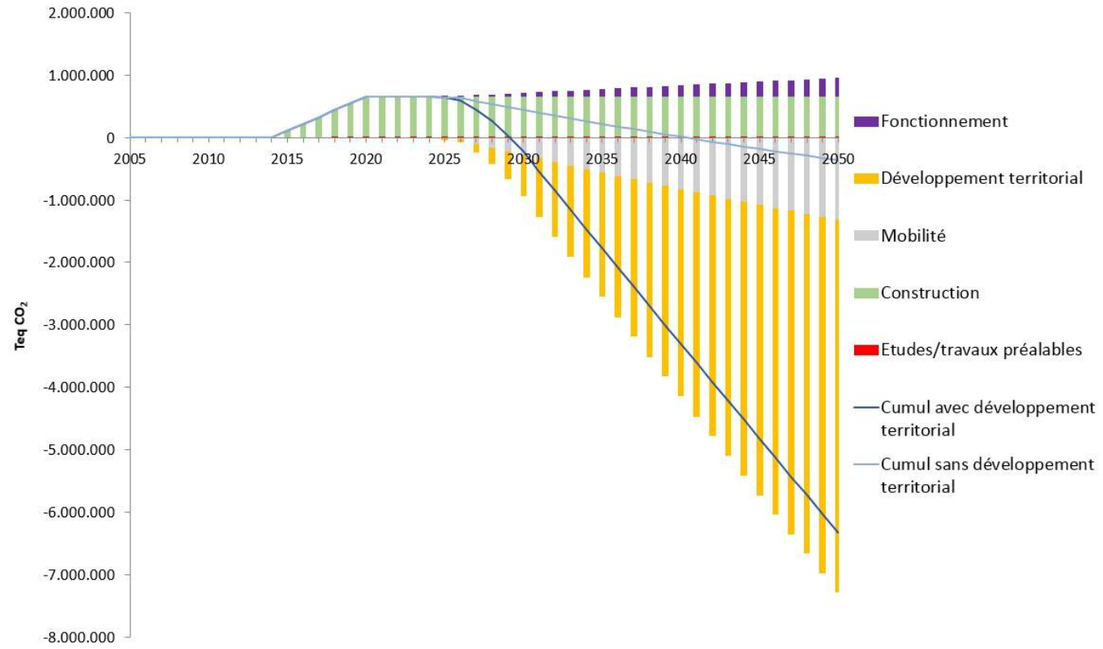
Le graphique ci-dessous représente les émissions cumulées au cours du temps engendrées par les impacts indirects des différentes phases du projet sur le développement territorial.



Comparaison des gains (téq CO_2) cumulés pour les hypothèses centrales

3.17.2.4 Synthèse des émissions

Les résultats globaux du bilan des émissions de gaz à effet de serre concernant la mise en service de la Ligne 15 Ouest 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 à la réalisation de la Ligne 15 Ouest

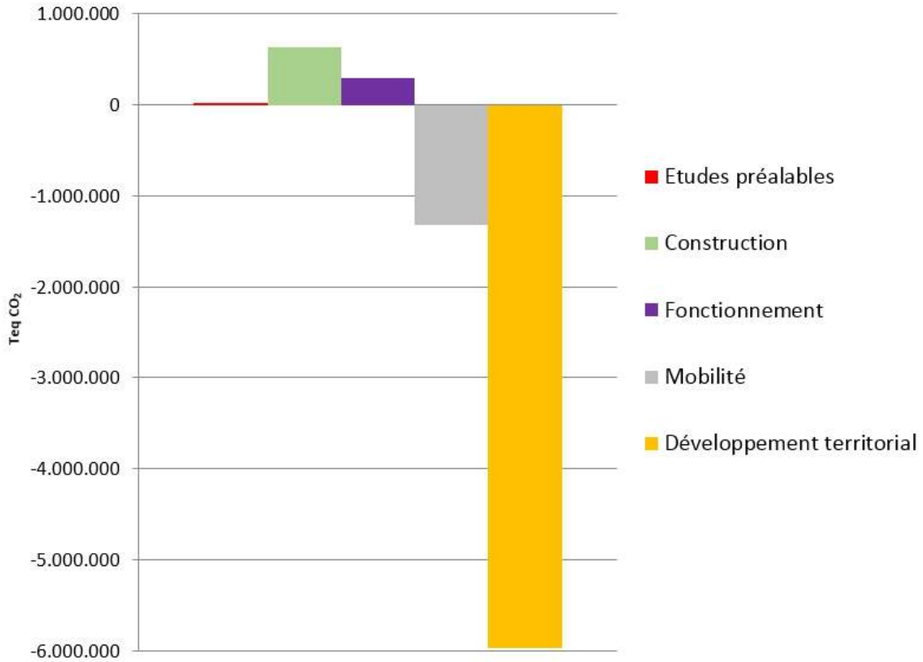
Comme attendu, la première phase du projet (comprenant les études préalables et la construction de l'infrastructure) induit des émissions de GES importantes. Dès la mise en service de la ligne, le cumul global des émissions induites et évitées commence à décroître. Les émissions induites ne sont plus 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 représenté sur la figure précédente permet d'estimer la période nécessaire pour que les émissions évitées compensent les émissions induites par la conception et la construction de l'infrastructure. En 2030, c'est-à-dire 5 ans après la mise en service de la première partie de la Ligne 15 Ouest (et 3 ans après sa totalité), les émissions induites par le projet sont entièrement compensées par les émissions évitées grâce aux impacts du projet sur le développement territorial et sur la mobilité en Ile-de-France. Le bilan décroît ensuite rapidement grâce aux émissions évitées au niveau de la mobilité mais également grâce aux impacts sur le développement territorial qui s'intensifient avec le temps.

Sans tenir compte des émissions évitées grâce au développement d'une structure urbaine plus durable, les émissions évitées grâce à l'amélioration de la mobilité en Ile-de-France permettent de compenser les émissions induites par le projet mais d'une manière beaucoup plus étalée dans le temps. Le cumul des émissions sans tenir compte des émissions liées au développement territorial, illustre à cet effet que les émissions induites par le projet sont compensées aux alentours de

l'année 2041, c'est-à-dire 16 ans après la mise en service du tronçon « Pont de Sèvres – Nanterre » de la Ligne 15 Ouest (et 14 ans après la mise en service complète de la Ligne 15 Ouest).

A l'horizon 2050, les émissions induites et évitées depuis la mise en service de la Ligne 15 Ouest se répartissent selon la figure suivante.



Bilan des émissions de GES cumulées (en téq CO_2) par poste pour la Ligne 15 Ouest, à l'échéance 2050.

Les résultats révèlent à nouveau que le poste le plus important est de loin le développement territorial. Les postes de construction, de fonctionnement et des études préalables seront compensés par les seuls gains liés à la mobilité, tandis que les gains liés au développement permettront de largement réduire les émissions de GES à l'horizon 2050. Au total, ce sont approximativement 6,33 millions de teq CO_2 qui seront émises en moins d'ici 2050, contribuant ainsi aux efforts nécessaires pour atteindre les objectifs de réduction des émissions (facteur 4).

Pour rappel, les émissions de gaz à effets de serre issues du trafic routier en Ile-de-France représentaient 18 000 000 téq CO_2 en 2005[26]. L'analyse des impacts du projet sur les émissions du trafic routier montre que la diminution est d'approximativement –95 600 téq CO_2 par an à l'horizon 2027. Ces émissions évitées représentent donc une diminution d'environ –0,5% des émissions régionales liées au transport routier.

Concernant le développement territorial, les émissions annuelles des secteurs résidentiel et tertiaire de l'Ile-de-France s'élevaient à 26 000 000 téqCO_2 en 2005. Le projet permet une diminution d'environ -139 000 téqCO_2/an à l'horizon 2027, croissant jusqu'à – 266 000 à l'horizon 2050. Ceci correspond donc à une diminution de respectivement -0,5% des émissions de 2005 à l'horizon 2027 et -1% à l'horizon 2050.

[26] *Bilan carbone de la Région Ile-de-France, IAURIF, 2007, voir pièce G.1 pour plus de détails*

Les impacts du projet sont donc non négligeables mais loin des -75% attendus à l'horizon 2050. Il est donc essentiel de comprendre que le projet du Grand Paris Express ne constitue qu'une partie d'un ensemble beaucoup plus important de mesures à mettre en place pour atteindre les objectifs très ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de consommation énergétiques.

3.17.2.5 Impacts et mesures en phase de chantier à l'échelle du réseau de transport du Grand Paris

Etudes et travaux préalables à la construction

Sur base des estimations des budgets alloués aux différentes études et à la gouvernance, les émissions correspondantes aux études préalables du Réseau de Transport du Grand Paris ont été évaluées à 146 600 téq CO_2.

Construction de l'infrastructure

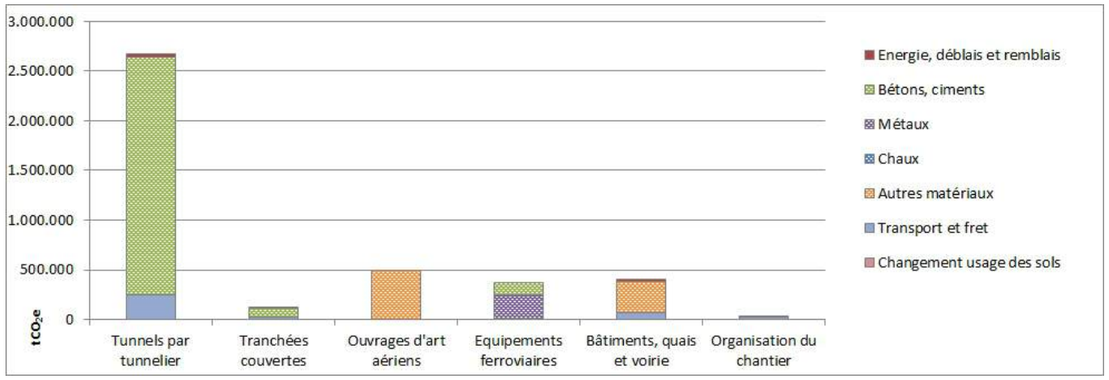
La quantification des émissions de GES de la construction a été réalisée selon la même méthodologie que pour la Ligne 15 Ouest. la méthodologie utilisée pour réalisation la quantification des émissions de GES liées à la construction de la Ligne 15 Ouest s'appuie sur l'utilisation du calculateur CarbOptimum®.

L'analyse globale des travaux nécessaires aux chantiers du réseau du Grand Paris a permis de quantifier les émissions de GES liées à la construction pour chacune des parties du réseau. Les valeurs globales sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Emissions globales et par km de voie liées à la construction.

Emissions globales (téq CO_2)	**4 080 000**
Emissions par km (téq CO_2/km)	**22 500**

Le graphique présente la répartition des flux d'émissions selon les différentes activités composantes des chantiers de construction du réseau.



Emissions de GES, en téq. CO_2, par type d'activité et par type de flux d'émissions

De manière similaire à ce qui a été observé pour la Ligne 15 Ouest, 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 importantes et cet effet masse se combine avec un procédé de fabrication très émetteur de GES pour le béton et le ciment.

3.17.2.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation à l'échelle du réseau de transport du Grand Paris

Emissions liées à l'énergie nécessaire à la traction, aux bâtiments, à la gestion et à l'entretien

Sur base de la même méthodologie que celle appliquée pour la Ligne 15 Ouest, les émissions liées à l'énergie de traction pour l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris ont été évaluées à 30 200 teq CO_2 en 2030.

Les émissions de CO_2 liées à l'utilisation des bâtiments de l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris ont été évaluées à 10 700 teq CO_2, celles liées à la gestion à 44 000 teq CO_2 et celles liées aux rénovations à 22 100 téq CO_2 par an.

Réduction d'émissions liée au report modal de la voiture vers les transports publics

La méthodologie utilisée pour évaluer les émissions évitées liées à la circulation grâce à la mise en service de la Ligne 15 Ouest a été appliquée au cas du réseau global. Les résultats révèlent que le réseau du Grand Paris permet une réduction des émissions liées à la mobilité de -385 000 téq CO_2 par an à l'horizon 2030.

A nouveau, cet impact résulte des diminutions des distances parcourues par les véhicules particuliers mais également de l'augmentation des vitesses sur les axes congestionnés.

Impact sur le développement territorial

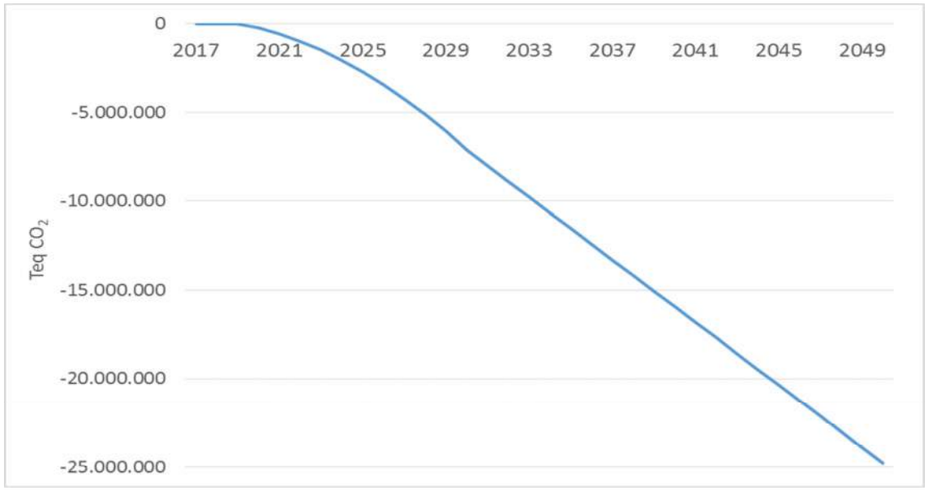
L'Evaluation Stratégique Environnementale et l'étude méthodologique d'élaboration du CarbOptimum® ont permis de souligner que la mise en œuvre du Réseau de Transport du Grand Paris et des mesures d'accompagnement adaptées est susceptible de créer des gains d'émissions de CO_2 conséquentes.

Ce volet calcule[27], 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 Réseau de Transport du Grand Paris entraîne un large gain des émissions de CO_2. Globalement, le cumul de ces gains permet d'économiser 24 771 800 teq CO_2 à l'horizon 2050 (avec -885 500 téq CO_2 pour la seule année 2050).

Les gains commencent dès 2020, soit dès la mise en service de la Ligne 15 Sud du réseau. 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. A l'échelle du réseau global, ces émissions évitées compensent presque dès la mise en service du métro les émissions engendrées.

Le graphique ci-dessous représente les émissions cumulées au cours du temps engendrées par les impacts indirects des différentes phases du projet sur le développement territorial.

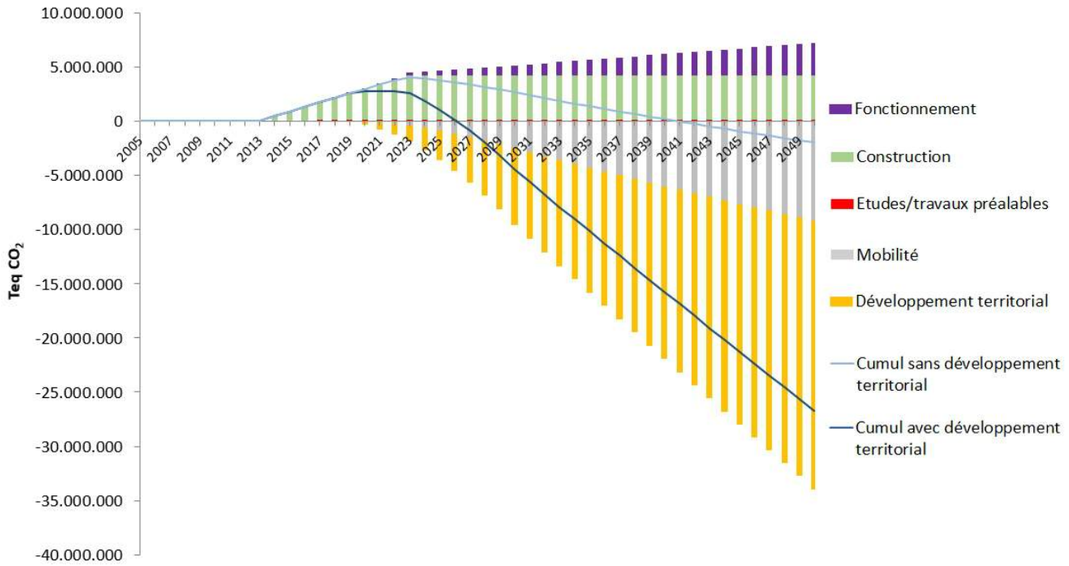


Comparaison des gains (téq CO_2) cumulés pour le développement territorial suite à la mise en service progressive du Réseau de Transport du Grand Paris

3.17.2.7 Synthèse des émissions à l'échelle du réseau de transport du Grand Paris

Les résultats globaux du bilan des émissions de gaz à effet de serre concernant la mise en service de l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris sont présentés dans le graphique ci-après. Il permet de comparer les émissions de CO_2 induites ou évitées par les différentes thématiques.

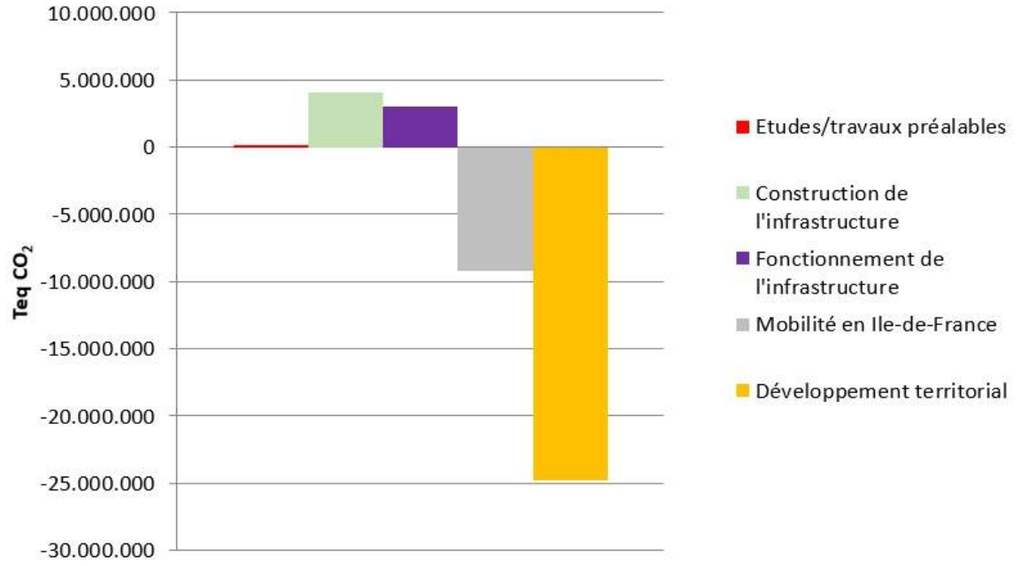
[27] *Pour plus d'informations, voir Méthodologie d'élaboration du CarbOptimum®, outil de calcul pour l'estimation des émissions et consommations de CO_2 induites par la réalisation du réseau de transport public du Grand Paris et les autres annexes relatives.*



Cumul des émissions de GES (en téq CO_2) liées à la réalisation de l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris

Comme attendu, la première phase du projet (comprenant les études préalables et la construction, ainsi que le développement territorial par la suite) induit des émissions de GES importantes. Ce n'est qu'à partir de la mise en service progressive des tronçons du Grand Paris que le bilan global des émissions induites et évitées commence à décroître. Les émissions induites 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 représenté sur la figure précédente permet d'estimer la période nécessaire pour que les émissions évitées compensent les émissions. Les émissions évitées seront alors égales aux émissions induites aux alentours de 2026, soit 6 ans après la mise en service de la première ligne du Grand Paris (Ligne 15 Sud).



Bilan des émissions de GES cumulées (en téq CO_2) par poste, à l'échéance 2050

A l'horizon 2050, pour l'ensemble du réseau de transport du Grand Paris, les émissions induites et évitées cumulées depuis le début du projet se répartissent selon la figure précédente. Le poste le plus important est de loin le développement territorial. Les postes de construction et de fonctionnement seront approximativement compensés par les seuls gains liés à la mobilité, tandis que les gains liés au développement territorial permettront au projet d'avoir réduit les émissions cumulées de GES de 24 800 000 téq CO_2 à l'horizon 2050.

A nouveau, bien que ces diminutions soient non négligeables, elle ne correspondent qu'à une petite partie de l'effort global à réaliser (-75% des émissions entre 1990 et 2050). En effet, la réduction des émissions liées au trafic routier engendrée par le projet (-385 000 téq/an à l'horizon 2030) correspond à une diminution d'environ -2,1% des émissions totales issues du trafic routier en Ile-de-France en 2005 (18 000 000 téqCO_2[28]). Concernant le développement territorial, la réduction des émissions de GES induite par le projet de -885 500 téq CO_2 à l'horizon 2050 correspond à environ -3,4% des émissions totales des secteurs résidentiel et tertiaire de l'Ile-de-France en 2005 (26 000 000 téqCO_2).

Le projet du Grand Paris Express contribue donc de manière significative à la réduction des émissions de GES mais ne constitue qu'une partie d'un ensemble beaucoup plus important de mesures à mettre en place pour atteindre les objectifs très ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de consommation énergétiques.

[28] *Bilan carbone de la Région Ile-de-France, IAURIF, 2007, voir pièce G.1 pour plus de détails*

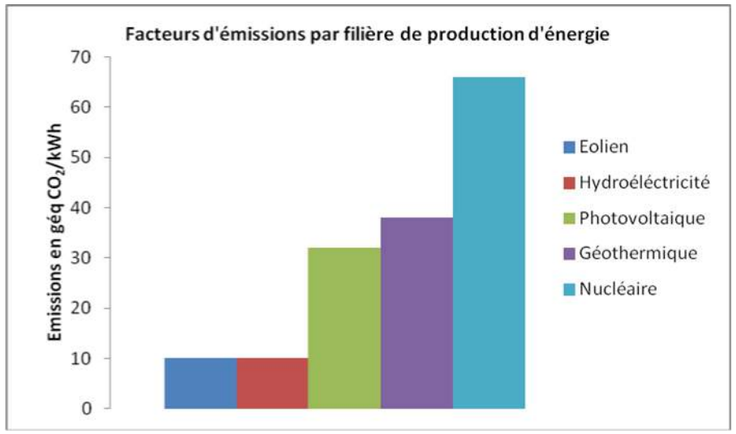
3.17.2.8 Mesures d'accompagnement concernant la phase d'exploitation

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 atténuer ou supprimer des impacts négatifs du projet mais plutôt d'optimiser le projet afin d'en maximiser les effets positifs.

Mesures d'optimisation

- **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 détaillées dans la partie « énergie » s'appliquent donc également ici.

- **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.



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 Réseau de Transport du Grand Paris 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'électricités produisant une grande proportion de l'énergie à partir de ressources renouvelables.

- **Encourager le 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, le lecteur se réfèrera aux préconisations formulées dans la partie « qualité de l'air ».

- **Favoriser la densification autour des gare et limiter l'étalement urbain 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'accompagnements visant notamment à réduire l'étalement urbain et à favoriser la densification autour des gares. Tous les détails sur ces mesures d'accompagnement 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 Coefficient 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/reconstruction 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 locale, ces politiques peuvent passer par la révision de documents tels que les Plans Locaux d'Urbanisme.

Mesures de suivi

La mise en place d'un outil de suivi des émissions de GES produites par les infrastructures et les bâtiments du Réseau de Transport du Grand Paris 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.

3.17.3 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant l'énergie et les émissions de gaz à effet de serre

Impacts et mesures liés à la consommation énergétique et aux émissions de gaz à effets de serre

<table>
<tr><th>Secteurs concernés</th><th>Thématiques</th><th>Niveau d'enjeu</th><th>Caractéristiques et niveau de l'impact</th><th>Mesures mises en œuvre</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Toutes les sections</td><td>Consommation d'énergie et émissions de gaz à effets de serre en Ile-de-France</td><td>Importante contribution de la région Ile-de-France aux consommations énergétiques et émissions de gaz à effets de serre à l'échelle nationale.</td><td>Réduction globale et durable des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effets de la Région Ile-de-France.</td><td rowspan="4"><u>PHASE CHANTIER</u>

<u>Mesures d'évitement et de réduction</u>

Rationnaliser et optimiser le transport de matériaux et de déblais

Respect des plannings

Choix des méthodes constructives limitant les émissions de GES

<u>PHASE EXPLOITATION</u>

<u>Mesures d'optimisation</u>

Définition de choix stratégiques réduisant les besoins de l'infrastructures

Construction de bâtiments faiblement énergivores

Evaluation des consommations du matériel roulant et des bâtiments en cours d'exploitation

Préconisations liées à l'optimisation de la consommation énergétique

Utilisation d'énergies renouvelables

Encourager le report modal vers les transports en commun

Favoriser la densification autour des gare et limiter l'étalement urbain territorial

<u>Mesures de suivi</u>

Outil de suivi des émissions de GES</td></tr>
<tr><td>Secteur du transport</td><td rowspan="2">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.</td><td>Consommations d'énergie et émissions de gaz à effets de serre induites par la construction et le fonctionnement du métro du Grand Paris.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Secteur du bâti</td><td>Report modal important de la voiture particulière vers les transports en commun grâce à la nouvelle offre du Grand Paris.</td></tr>
<tr><td>Contribution significative du bâti résidentiel et tertiaire aux consommations et émissions, autant à l'échelle régionale qu'aux abords du fuseau d'étude.</td><td>Consommations d'énergie et émissions de gaz à effets de serre induites par la construction et le fonctionnement des bâtiments du Grand Paris.

Réduction des consommations et émissions du bâti grâce aux plans de construction, de densification et de rénovation des bâtiments aux abords des nouvelles gares.</td></tr>
</table>

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*	
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*	*Impact positif*

3.18 Environnement sonore

Dans la présente partie, l'analyse porte sur les impacts sonores liés au projet de la Ligne 15 Ouest à partir de la station Pont de Sèvres à Boulogne Billancourt jusqu'à la station de Saint-Denis Pleyel à Saint Denis et hors bruit solidien qui est traité spécifiquement dans le chapitre relatif aux vibrations.

Les principaux impacts sonores prévisibles de la Ligne 15 Ouest où le métro est en souterrain, sont liés :

- A la phase chantier en raison du bruit généré par les travaux (engins, camions, techniques spécifiques de réalisation des ouvrages,…)
- A la phase d'exploitation, notamment au niveau du bruit généré par les équipements techniques des ouvrages annexes du métro (gares, puits).
- Indirectement, à une modification du bruit généré par le réseau viaire puisque la mise en œuvre de la Ligne 15 Ouest aura un impact sur la répartition des flux d'usagers.

3.18.1 Rappel des sites sensibles identifiés dans l'état initial

L'analyse de l'état initial a permis d'identifier les zones les plus sensibles à un éventuel impact sonore du projet au sein du fuseau d'étude. Les zones présentant les plus forts enjeux sont rappelées brièvement dans le tableau suivant.

3.18.2 Rappel des textes réglementaires applicables au projet

Les textes réglementaires et les valeurs limites à respecter pour le projet sont précisés dans la pièce G1. Pour rappel les deux réglementations principales en matière de bruit dans l'environnement que le projet devra respecter sont les suivantes :

4) l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées

5) le Décret no 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage.

Les chapitres concernés reprennent également les valeurs clés à retenir pour le projet.

Hiérarchisation des enjeux retenus à l'issus de l'état initial

Secteurs concernés	*Niveau d'enjeu*
Section Pont de Sèvres – Nanterre la Boule »	Présence d'habitat dense en zone d'ambiance sonore assez calme sur toute la section
	Habitat localement très impacté par le bruit routier, en particulier au Sud et à l'Est de cette section (N118, A13, Quais de Seine, D910 et D907)
	Présence d'établissements hospitaliers à Saint Cloud
	Présence d'établissements scolaires dans le secteur des gares de Saint Cloud et de Rueil-Suresnes « Mont Valérien »
	Zones calmes au niveau du parc de Saint Cloud et du Mont Valérien
Section Nanterre la Boule - Bécon les Bruyères	Présence d'habitat dense sur toute la section sauf localement à Nanterre avec la présence de plusieurs zones économiques et industrielles
	Habitat localement très impacté par le bruit routier et ferroviaire, en particulier à Nanterre (N13, RD914, A14, quais de Seine) et à Bécon les Bruyères
	Présence d'établissements hospitaliers à Courbevoie et Nanterre
	Zones calmes au niveau du Parc André Malraux mais aussi de l'Esplanade de La-Défense et de nombreux petits parcs urbains
Section Bécon les Bruyères – Saint-Denis-Pleyel	Présence d'habitat dense entre Bécon les Bruyères et Gennevilliers
	Présence d'un établissement scolaire dans le secteur de la gare des Agnettes
	Habitat localement très impacté par le bruit routier et ferroviaire, en particulier à Saint Denis.
	Zones à caractère industriel entre Gennevilliers et Saint Denis
	Peu de zones calmes hormis un quartier résidentiel calme à Bois-Colombes et quelques parcs urbains.

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.18.3 Impacts et mesures du projet en phase chantier concernant l'environnement sonore

Comme tout chantier d'envergure, la réalisation des travaux est susceptible de produire des nuisances sonores pour les riverains.

Dans le cadre des travaux de la Ligne 15 Ouest, trois aspects sont cependant à considérer :

- La majeure partie des travaux sera réalisée en souterrain, ce qui minimise *à priori* l'incidence sonore du chantier, mais implique la mise en place d'équipements pouvant produire une gêne sonore modérée pour les riverains au niveau du puits d'accès au chantier souterrain.

- Les travaux des ouvrages émergents seront réalisés au moins partiellement à ciel ouvert, une gêne auditive pourrait résulter de l'emprise chantier, en particulier de l'intervention et de la circulation des engins de terrassement et de génie civil.

- Le transport des matériaux nécessaires à la construction et des déblais des terrassements est également susceptible d'engendrer une augmentation des niveaux sonores et l'émergence de bruits particuliers (avertisseur de recul des engins et camions, klaxons, moteurs thermiques, chocs métalliques…) à proximité des zones habitées. Les puits d'accès du tunnelier sont particulièrement concernés à cause des quantités très importantes de déblais à évacuer.

3.18.3.1 Impacts liés à la construction du tunnel de la Ligne 15 Ouest

Les travaux relatifs au tunnel sont essentiellement effectués en souterrain, ce qui réduit fortement les nuisances sonores potentielles.

Le creusement du tunnel avec la technique du tunnelier ne présente pas d'impact sur les niveaux sonores en surface.

Seuls l'arrière-gare de Nanterre La Folie, et tous les ouvrages qui lui sont rattachés (voies de remisage, ouvrage de raccordement, voies d'inversion, puits de sortie de tunnelier) seront construits en tranchée mais à ciel ouvert. L'extrémité de la zone de remisage sera cependant construite par creusement traditionnel souterrain car située sous le parc Nelson Mendela.

Ce secteur est situé en zone industrielle et à proximité immédiate des voies ferrées et de la RD914, soit un environnement déjà très impacté par le bruit. Si ce chantier générera des nuisances sonores, les enjeux restent donc modérés malgré la présence de logements à environ 45m de l'arrière gare.

3.18.3.2 Impacts liés au fonctionnement des puits de départ des tunneliers

Les puits de départ des tunneliers représentent des zones sensibles puisque les déblais issus du creusement sont sortis par ces puits et évacués vers l'extérieur. Ces opérations peuvent potentiellement participer à l'augmentation du niveau de bruit.

Ceci d'autant plus que les chantiers relatifs aux puits d'attaques tunnelier sont susceptibles d'accueillir des équipements spécifiques à la construction de métro (machine à attaque ponctuelle, pompe pour acheminer du béton à haut débit, centrale à béton, système d'évacuation/de traitement des boues, ventilation …) en plus des équipements et engins traditionnels utilisés dans les chantiers et décrits dans le chapitre suivant.

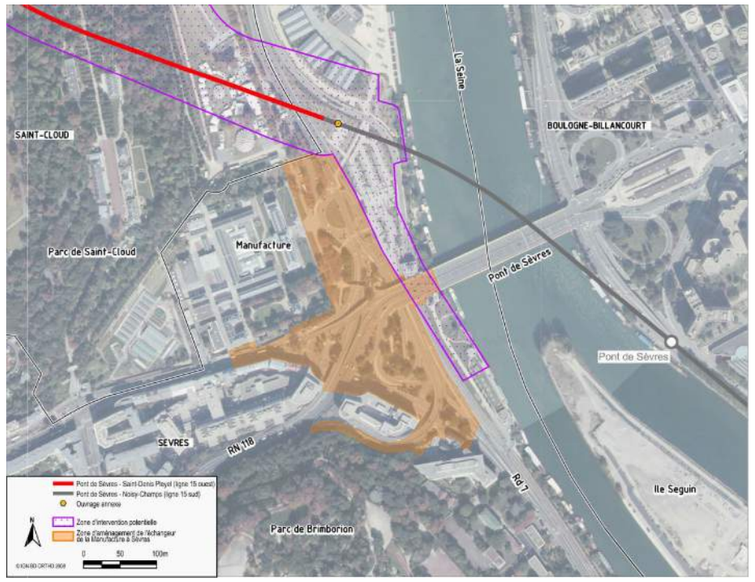
Deux tunneliers seront simultanément utilisés pour le creusement du tunnel du tronçon Pont de Sèvres – Saint-Denis Pleyel. En particulier, compte tenu du linéaire d'ouvrage souterrain à construire, le creusement de la section Nanterre La Folie – Saint-Denis Pleyel, mise en service à l'horizon 2027, sera réalisé en parallèle de celui de la section Pont de Sèvres – Nanterre La Folie, mise en service à l'horizon 2025.

- **Localisation des deux puits de départ de tunnelier :**
    - **Au niveau de l'arrière-gare de Pont de Sèvres (OA 231)**, sur l'Ile de Monsieur (Sèvres), dans le cadre de la construction du tronçon Pont de Sèvres – Noisy-Champs. Dans le cadre des travaux de la ligne 15 Ouest, ce site est réutilisé pour permettre le montage d'un premier tunnelier. Cet emplacement bénéficie en effet d'une logistique de chantier par voie fluviale, ce qui permet de réduire considérablement les nuisances associées à l'approvisionnement du chantier et à l'évacuation des déblais.
    - **A l'est de la gare des Grésillons (OA 322)**, sur le site des Cabœufs, au bord de la Seine. Cet emplacement bénéficie d'une logistique de chantier par voie fluviale, ce qui permet de réduire considérablement les nuisances associées au chantier. Ce deuxième tunnelier est chargé de l'excavation du tunnel jusqu'à un puits de sortie situé à l'extrémité est de l'arrière-gare de Nanterre La Folie. Le tunnelier est ensuite démonté et remonté dans le puits d'entrée des Cabœufs afin d'excaver la dernière partie du tunnel, comprise entre les Grésillons et le puits correspondant à l'ouvrage annexe « OA 330 », sur le boulevard Finot à Saint-Ouen.

Afin d'éviter des interfaces complexes de calendrier dans le secteur de l'Ile de Monsieur avec la ligne 15 Sud, un scénario alternatif est étudié pour le puits de départ situé sur l'Ile de Monsieur. Il s'agit d'implanter un puits de départ de tunnelier au niveau de la future de Nanterre la Folie, pour un tunnelier qui creuserait jusqu'à l'Ile de Monsieur. Cette organisation des travaux présente néanmoins l'inconvénient de priver la réalisation de la section Ile de Monsieur – Nanterre des bénéfices associés à une logistique de chantier par voie fluviale. L'opportunité et la faisabilité d'une évacuation partielle des déblais par voie ferrée depuis le puits de Nanterre La Folie pourraient alors être examinées, en articulation avec les études menées sur le projet EOLE.

Puits de départ OA Ile de Monsieur

Le puits de départ OA Ile de Monsieur se situe entre la Seine et la RD7 (rue de Saint Cloud), à proximité du Pont de Sèvres.



Projet de puits de départ de tunnelier OA Ile de Monsieur

Le puits de départ est entouré par le parc nautique de l'Ile de Monsieur au Nord, la Seine à l'Ouest, un parking au Sud et le parc de Saint Cloud ainsi que le musée de la céramique à l'Est. Les habitations les plus proches sont situées à 230 mètres environ, à Boulogne Billancourt, de l'autre côté de la Seine.

Cet emplacement bénéficie d'une logistique de chantier par voie fluviale, ce qui permet de réduire considérablement les nuisances sonores associées à l'approvisionnement du chantier et à l'évacuation des déblais.

L'impact du puits de tunnelier de l'Ile de Monsieur est considéré comme modéré car il n'y a pas d'habitations à moins de 200m du site et la zone est très bruyante (RD7, RD910 + voie ferrée) mais le parc nautique et, dans une moindre mesure le musée et le parc de Saint Cloud, sont soumis aux impacts sonores du chantier.

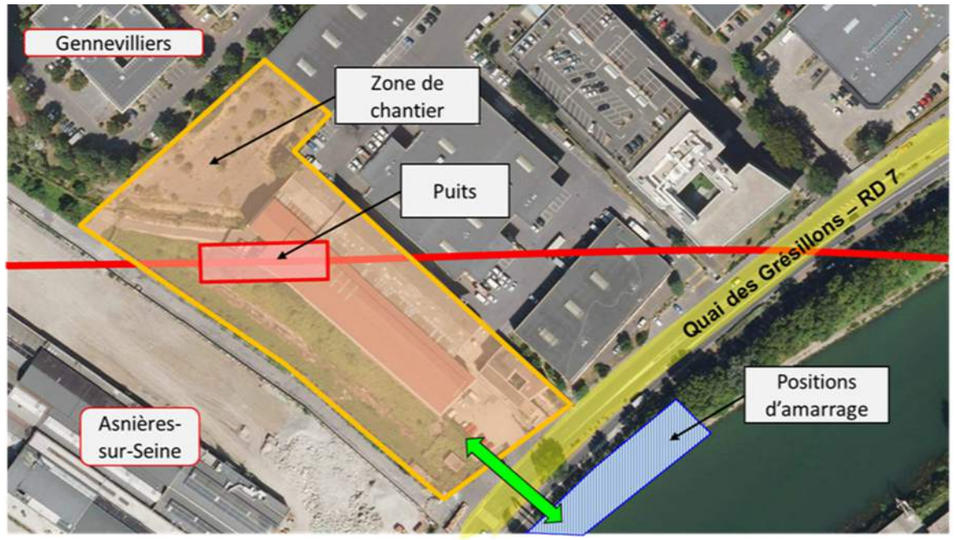
Puits de départ des Caboeufs

Le puits de départ Les Caboeufs est situé le long de la rue des Caboeufs Prolongée et du quai des Grésillons à Gennevilliers, dans la zone d'activités industrielles de Gennevilliers.

Il est entouré par des sites industriels et par la Seine à l'est.

Les habitations les plus proches se situent sur l'Ile Saint Denis, à environ 300m à l'est de l'emprise chantier. Le centre sportif de l'Ile des Vannes est face au puits et plus proche, à environ 150m.

Cet emplacement bénéficie aussi d'une logistique de chantier par voie fluviale, ce qui permet de réduire considérablement les nuisances sonores associées à l'approvisionnement du chantier et à l'évacuation des déblais.



Projet de puits de départ de tunnelier des Caboeufs

L'impact du puits de tunnelier Les Caboeufs est considéré comme faible, du fait de l'absence d'habitations à moins de 300m du site.

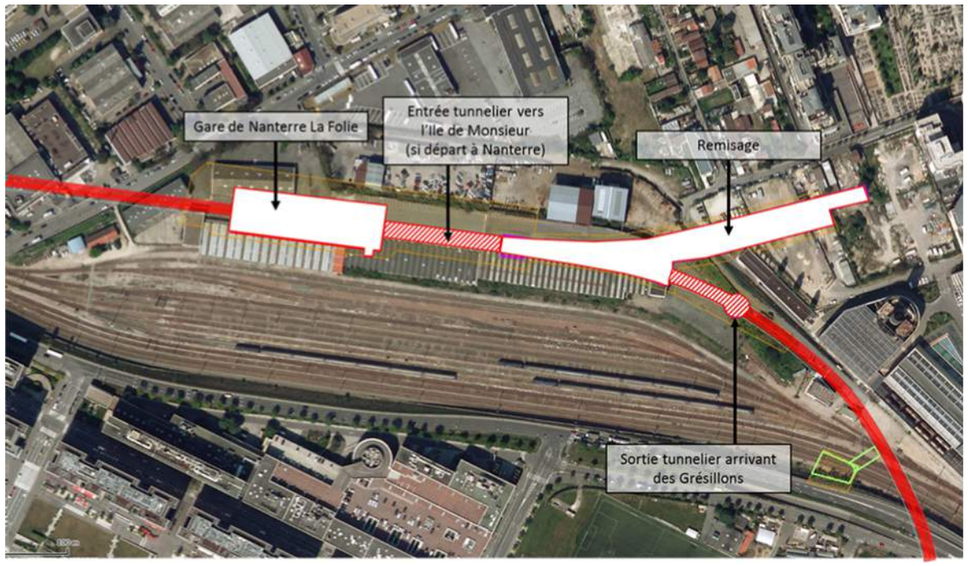
Puits de départ Gare de Nanterre la Folie (scénario alternatif)

Il s'agit d'une localisation possible de puits de départ pour un tunnelier qui creuserait vers l'Ile de Monsieur. Cette solution est possible au vu de la surface de chantier disponible.

Le puits de départ serait inséré entre l'emprise de la future gare de Nanterre la Folie et son arrière-gare (cf plan ci-après). Le puits est implanté dans le secteur des Groues, site en mutation dans le cadre du projet urbain porté par l'EPADESA. Aujourd'hui, le secteur est constitué d'emprises industrielles et ferroviaires qui vont être totalement requalifiées pour accueillir un nouveau quartier de logements et de bureaux dans le prolongement des quartiers de la Défense et des Terrasses ainsi que les gares du Grand Paris Express et d'EOLE.

Les riverains les plus proches sont peu nombreux et assez éloignés (maisons individuelles à environ 250m avenue Jenny). Le risque de gêne sonore est donc assez faible pour les travaux liés au puits de départ tunnelier.

Projet de puits de départ de tunnelier Gare de Nanterre-la-Folie (scénario alternatif)



En conclusion, la localisation des puits de départ de tunnelier nécessaires à la construction de la ligne 15 Ouest, a été retenu pour éviter d'insérer ces ouvrages dans des sites urbains sensibles quant au bruit et aux nuisances. Il s'agit de zones non habitées, ou de zones de friches industrielles et urbaines en cours de réaménagement. Le projet s'insère tout à fait dans cette dynamique.

Le fonctionnement des puits de départ tunnelier ne présente pas d'impact sensible.

Mesures prévues pour ces ouvrages :

- **Choix de localisations adaptées pour éviter à la source des nuisances pour les riverains** : friches industrielles et urbaines, zones dans logement, accessibilité facilité à la Seine pour réduire de manière très importante la circulation de camions,
- **Mise en œuvre de mesures générales retenues pour les chantiers du projet.**

3.18.3.3 Impacts liés à la construction des gares

Si la localisation des puits de départ des tunneliers a pu être déterminée pour retenir des sites d'implantation éloignés des habitations afin d'éviter des nuisances sur les personnes, les gares et les ouvrages de sécurité sont situés au niveau des zones urbaines afin d'assurer à terme des dessertes efficaces et un usage adapté aux besoins. La problématique des nuisances sonores représente donc un enjeu important qu'il convient d'étudier et de traiter.

Les nuisances sonores induites par le chantier des ouvrages sont susceptibles de varier pour chaque site en fonction de différents paramètres :

- La méthode de construction,
- Les engins et équipements de chantier,
- La durée du chantier,
- La distance du chantier par rapport aux riverains,
- L'environnement sonore existant avant travaux.

En termes de bruit, les incidences les plus importantes à prévoir seront les périodes d'utilisation des engins et équipements techniques lors des phases suivantes :

- Travaux préparatoires (dont démolitions éventuelles),
- Travaux de terrassement et de fouilles à ciel ouvert,
- Travaux de gros œuvre,
- Dans une moindre mesure, travaux de second-œuvre (finitions).

À titre indicatif, le tableau suivant donne les niveaux de bruits moyens prévisibles pour un chantier-type pendant les principales phases du chantier et sans obstacle entre le chantier et le récepteur.

Niveaux de bruits indicatifs prévisibles à proximité d'un chantier selon les différentes phases de travaux (Dossiers bruit de chantier 2006 – SCETAUROUTE – J.M. Abramovitch)

Phase de travaux	**Niveaux sonores indicatifs LAeq en dB(A)**			
	10 à 15 m	**25 à 30 m**	**50 à 65 m**	**≥100 m**
Terrassement – fondations	75 à 80	71 à 76	68 à 73	≤ 70
Gros œuvre	78 à 82	73 à 77	68 à 72	≤ 67
Second œuvre	62 à 67	57 à 62	51 à 57	≤ 52

Les engins et équipements de chantiers :

Les sources de bruit à l'origine des principales nuisances sonores potentiellement générées par les chantiers sont les suivantes :

- Engins de chantier usuels (pelleteuses, chargeuses, brise béton, tracteurs, grues…)
- Engins de chantier spécifiques à la construction de métro (machine à attaque ponctuelle, pompe acheminement du béton à haut débit, centrale à béton, système d'évacuation/de traitement des boues, installation de traitement des eaux de chantier et d'exhaure ventilation, grue à tour…)

- Équipements techniques (compresseurs, groupes électrogènes,…)
- Outils et machines de chantier (marteaux piqueurs, scies circulaires, bétonneuses, perceuses,…)

Ces sources font l'objet de réglementations strictes en matière de bruit.

Durée des chantiers :

La gêne sonore induite dépend donc non seulement du système constructif, mais aussi de la durée des travaux.

En ce qui concerne les gares et ouvrages annexes, les durées de chantier estimées varient en moyenne de 20 à 48 mois, mais peuvent être plus longues selon l'occupation de l'emprise et l'avancée du tunnelier.

A noter que les nuisances sonores en phase chantier sont des nuisances provisoires, de durées parfois longues, mais qui n'existeront plus une fois le projet en exploitation.

Autres sources sonores du chantier :

Les autres sources sonores existantes sur chantier sont difficilement quantifiables car il s'agit de bruits aléatoires. De par leur caractère généralement impulsif, ils sont cependant susceptibles de générer une gêne sonore non-négligeable pour les riverains. Ces autres sources sonores sont :

- Les cris et paroles des travailleurs sur chantier.
- Les bruits d'impacts des matières lors des déchargements/chargements des camions.

Les bruits d'avertisseurs sonores type klaxon ou sirènes de recul…

Dans le cas de la ligne 15 Ouest la majorité des gares et ouvrages de sécurité sont réalisés par des méthodes traditionnelles à ciel ouvert.

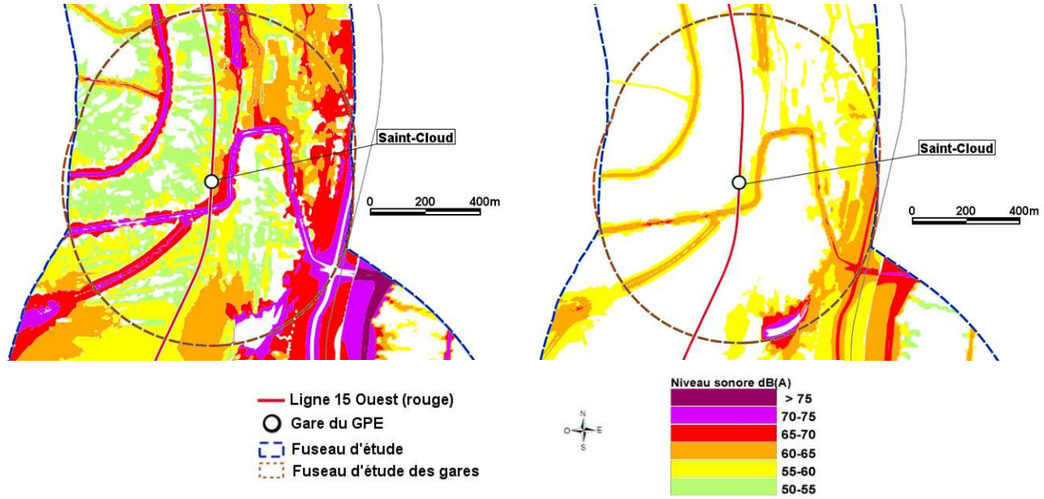
Du fait de leur sensibilité ou de leur proximité avec les riverains, certains ouvrages seront néanmoins réalisés avec la méthode dite de « couverture première ». Celle-ci consiste à couvrir dès que possible la zone excavée de manière à rétablir la circulation routière et à poursuivre les travaux sous une dalle en béton, ce qui limite de manière très importante les nuisances sonores. Les gares concernées par cette mesure ci-après, au niveau des mesures proposées.

Les chapitres ci-après étudient plus en détail les nuisances sonores en phase chantier pour chaque ouvrage émergent (gare) en tenant compte des différents impacts sonores identifiés ci-dessus.

Gare de Saint Cloud

La gare de Saint-Cloud se situe dans un quartier très urbanisé et peu impacté par le bruit malgré la proximité avec les lignes L et U. Le Centre hospitalier des Quatre Villes se situe face à la future gare, à environ 20m.

Le centre de médecine physique et réadaptation se trouve également à proximité de cette gare ainsi que les écoles du centre à environ 100m au sud et l'hôtel de ville à environ 150m à l'est. Le parc de Saint Cloud est quant à lui à 400m au sud de la gare de Saint Cloud.



LDEN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Lden initial en dB(A)***
Centre hospitalier de Saint-Cloud	*20*	*60*

LN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Ln initial en dB(A)***
Centre hospitalier de Saint-Cloud	*20*	*55*

Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Saint Cloud– Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

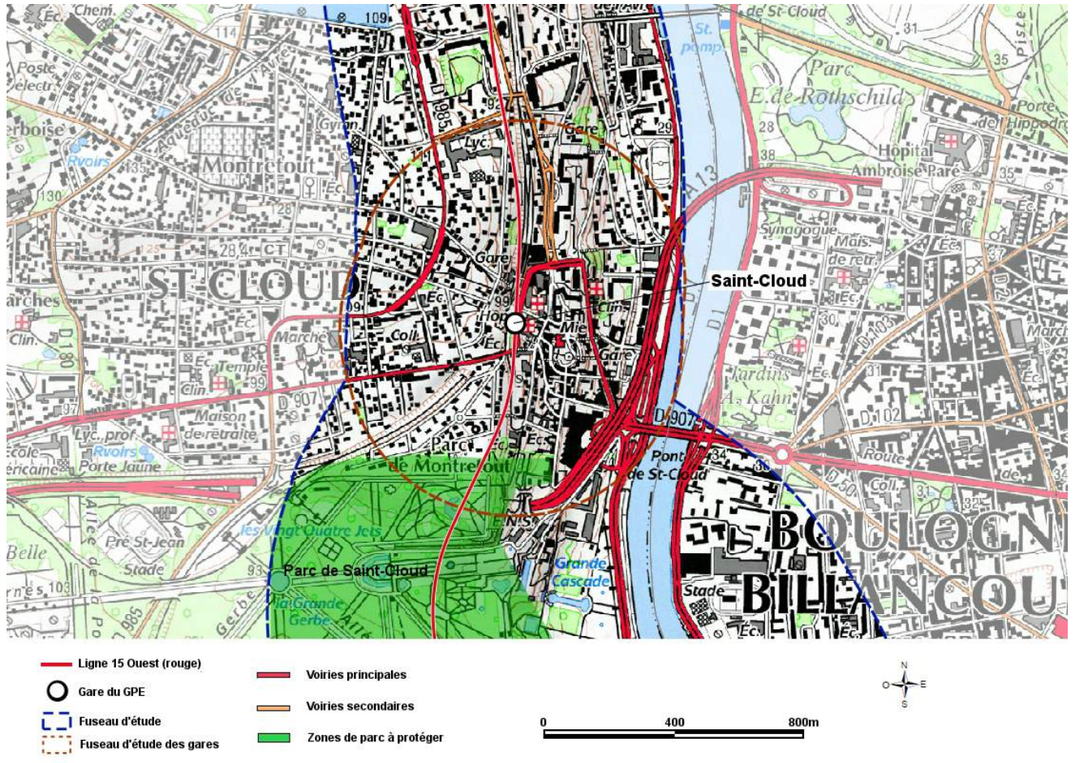
Le chantier de la gare de Saint-Cloud sera à ciel ouvert, ce qui impliquera que le chantier induira la fermeture du parking souterrain pendant toute la durée des travaux ainsi que la suppression d'une voie de circulation rue Dailly lors du passage du tunnelier[29].

L'évacuation des déblais sera effectuée par voie routière jusqu'au puits tunnelier de l'ile de Monsieur puis par voie fluviale.

[29] *Notice explicative et caractéristiques des ouvrages les plus importants / Chapitre D4 : Caractéristiques principales des ouvrages et conditions d'exécution des travaux*

Incidences sonores des phases chantier – Saint Cloud

Incidences sonores des phases de chantier	
Phase de travaux	***Riverains / bâtiment sensible le plus proche (centre hospitalier)***
Terrassement Fondation	
Gros œuvre	
Second œuvre	
Charroi (impacts sur les voiries d'accès au site, voir figure ci-après)	



Carte de sensibilité des voies d'accès à la gare de Saint Cloud

L'impact sonore du chantier de la gare de Saint Cloud est considéré comme fort en raison de la grande proximité des riverains et de plusieurs établissements de santé ou scolaires.

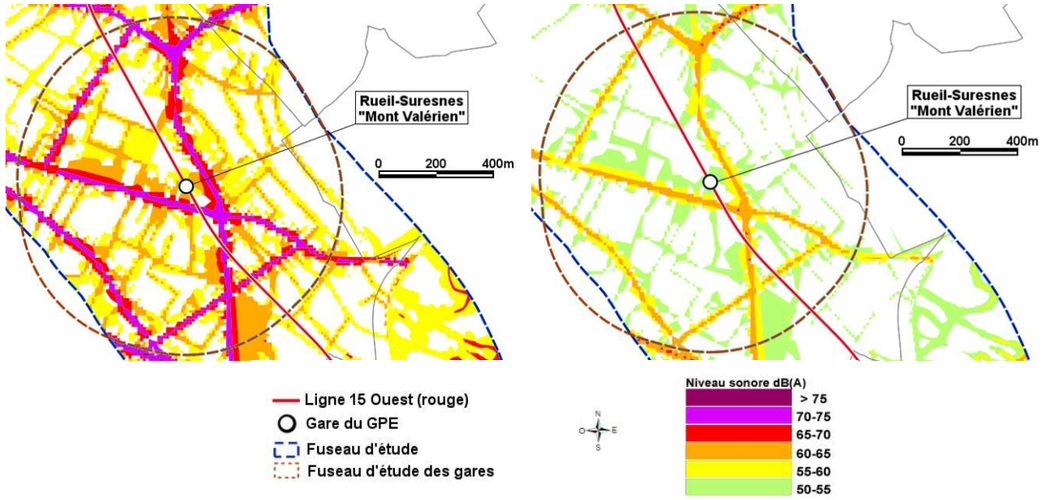
Gare Rueil – Suresnes « Mont Valérien »

La gare Rueil-Suresnes « Mont Valérien » est prévue rue Gallieni, sur la commune de Rueil-Malmaison. L'environnement sonore de cette zone est assez calme car peu impacté par le bruit routier et il n'y a pas de transport ferroviaire à proximité.

Les riverains les plus proches de cette gare sont situés rue Gallieni à environ 30m à l'Est et rue des Bons Raisins à environ 30m à l'Ouest. Au Sud, à 20m environ de l'emprise, se trouvent la salle des fêtes et la mairie annexe du « Mont Valérien » et à environ 110m, l'établissement scolaire « Robespierre ». Un centre médico-psycho pédagogique se situe également à environ 75m au Nord de l'emprise chantier.

Il s'agit d'un quartier en pleine mutation avec le développement prévu d'un éco-quartier au niveau des anciens sites industriels (OTAN, RVI).

Enfin, le Mont Valérien est une zone calme mais située à plus de 430m à l'est de la gare, il ne subira pas d'impacts sonores significatifs du chantier.



LDEN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Lden initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*30*	*60*

LN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Ln initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*30*	*50*

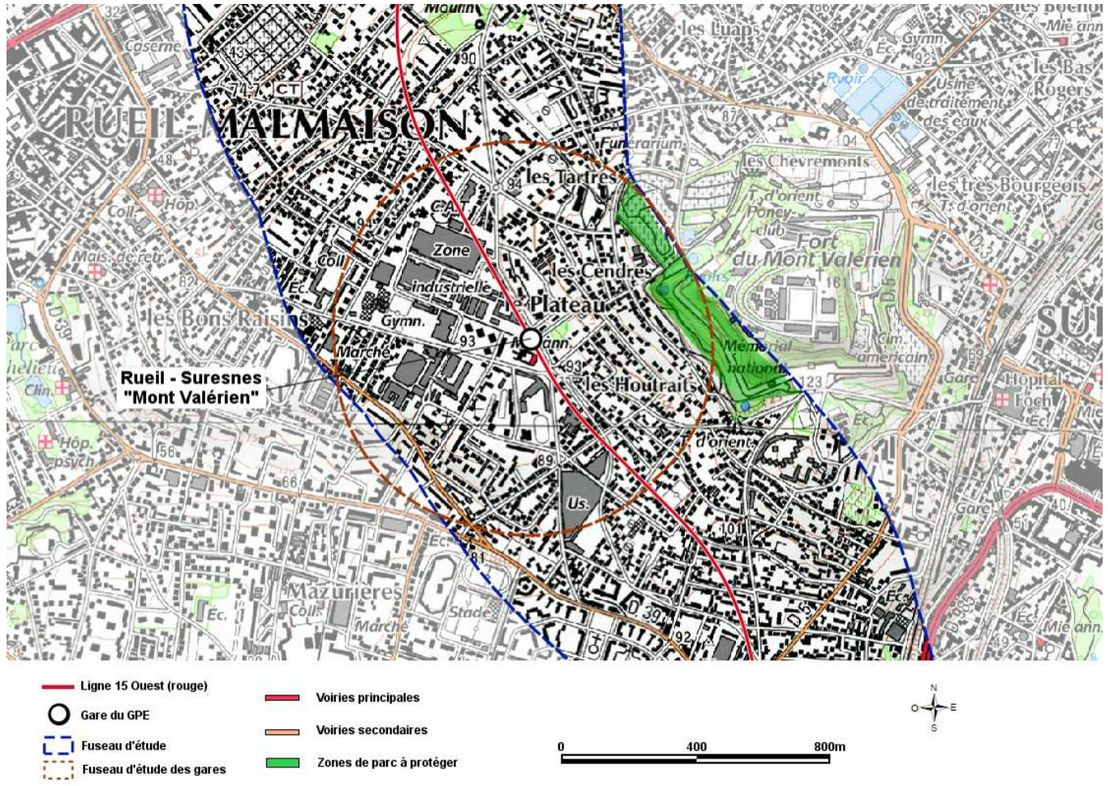
Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien »– Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

La gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » est réalisée à ciel ouvert mais le chantier n'aura aucun impact sur la circulation routière[30] (pas de déviation). L'évacuation des déblais est effectuée par voie routière jusqu'au port fluvial de Nanterre.

[30] *Notice explicative et caractéristiques des ouvrages les plus importants / Chapitre D4 : Caractéristiques principales des ouvrages et conditions d'exécution des travaux*

Incidences sonores des phases chantier – Rueil-Suresnes « Mont Valérien »

Incidences sonores des phases de chantier	
Phase de travaux	***Riverains / bâtiment sensible le plus proche***
Terrassement Fondation	
Gros œuvre	
Second œuvre	
Charroi (impacts sur les voiries d'accès au site, voir figure ci-après)	



Carte de sensibilité des voies d'accès à la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien »

L'impact sonore du chantier de la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » est considéré comme fort en raison de l'environnement sonore assez calme préexistant, la proximité des riverains et de deux établissements sensibles (école et hôtel de ville) mais aussi de l'absence de voiries principales pour accéder au site.

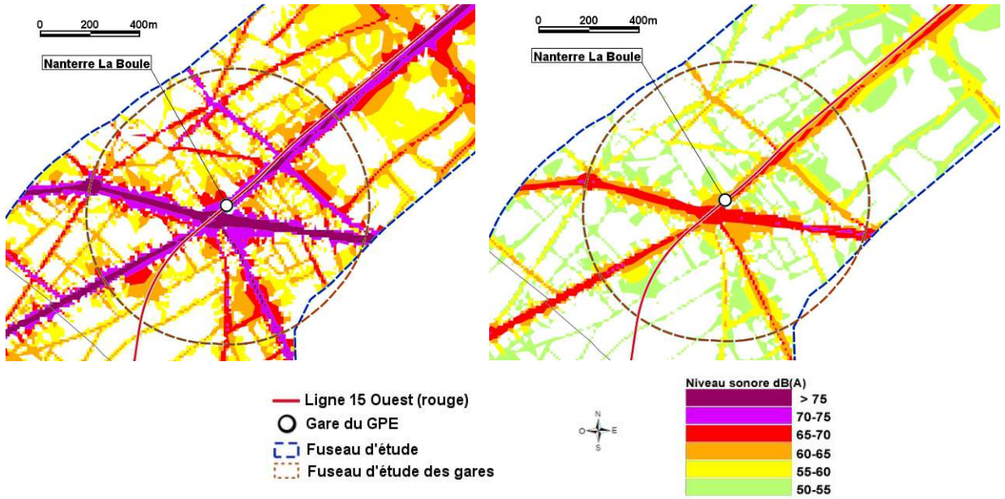
Gare Nanterre la Boule

La gare de Nanterre la Boule est prévue sous l'avenue Frédéric et Irène Joliot Curie à proximité de la place de la Boule, dans la commune de Nanterre.

La zone autour de la gare est composée d'immeubles d'habitation ainsi que de maisons individuelles. Les riverains les plus proches se trouvent à environ 10m de la future gare mais le projet prévoit la construction de logements au-dessus de la gare.

L'environnement sonore actuel autour de la gare est bruyant à cause du trafic routier des routes RD131 et RD 991. A moins de 500m au Nord-Ouest de la gare, le parc des Anciennes Mairies présente des niveaux sonores plus faibles.

Un projet prévoit que cette gare assure une correspondance avec l'allongement du tram T1, ce qui permettra de renforcer l'accessibilité à cette gare. Plusieurs projets d'aménagements de ZAC + logements sont prévus à proximité de la gare, il s'agit donc d'un quartier en pleine mutation.



LDEN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Lden initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*10*	*65*

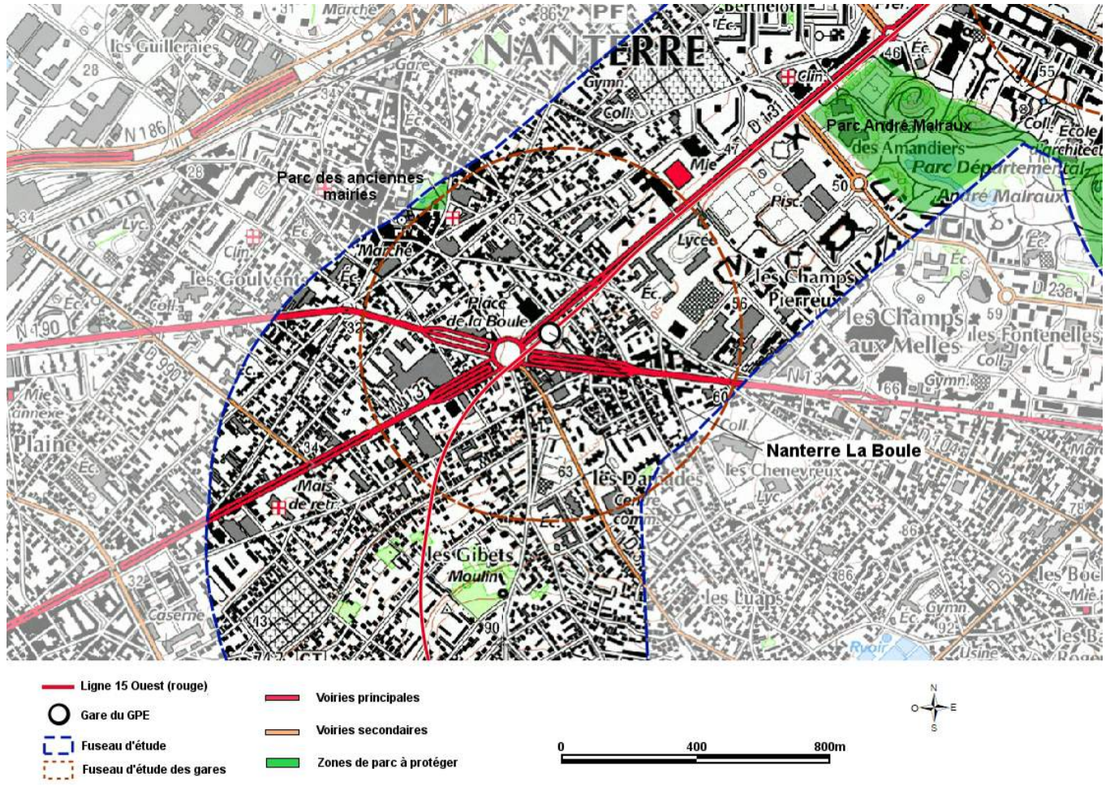
LN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Ln initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*10*	*60*

Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Nanterre la Boule – Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

La gare de Nanterre la Boule sera réalisée en demi-chaussée (à moitié sous la chaussée) de manière à maintenir une circulation partielle en surface, ce qui réduira les nuisances sonores. L'évacuation des déblais sera effectuée par voie routière jusqu'au port fluvial de Nanterre.

Incidences sonores des phases chantier – Nanterre la Boule

Incidences sonores des phases de chantier	
Phase de travaux	***Riverains / bâtiment sensible le plus proche***
Terrassement Fondation	
Gros œuvre	
Second œuvre	
Charroi (impacts sur les voiries d'accès au site, voir figure ci-après)	



Carte de sensibilité des voies d'accès à la gare de Nanterre la Boule

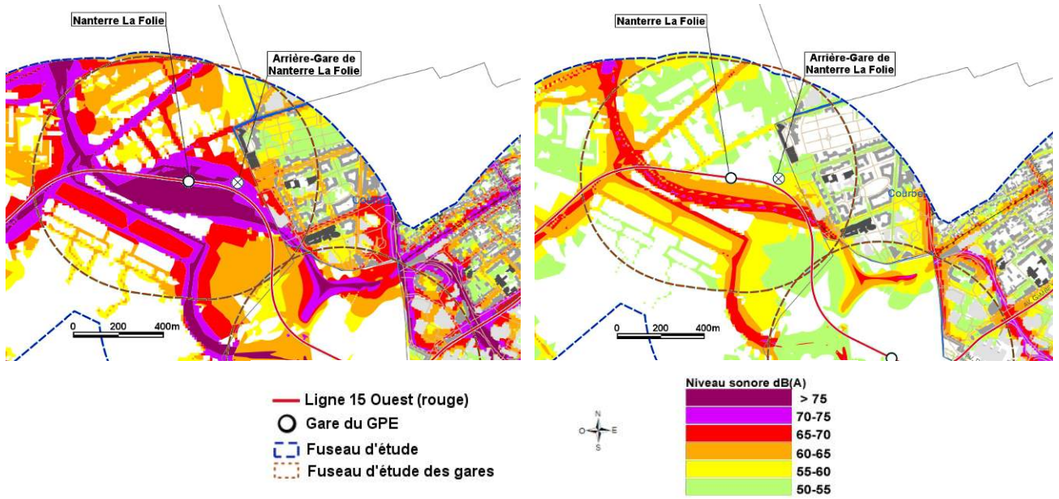
L'impact sonore du chantier de la gare de Nanterre la Boule est considéré comme fort en raison de la grande proximité des riverains.

Gare Nanterre la Folie

La gare de Nanterre la Folie se situera rue de la Garenne à Nanterre. La zone autour de la gare est constituée de la zone industrielle de la Folie. Les riverains les plus proches sont peu nombreux et assez éloignés (maisons individuelles à environ 240m avenue Jenny). Le risque de gêne sonore est donc assez faible pour les travaux de la gare. L'arrière gare de Nanterre la Folie est plus rapprochée des riverains existants qui sont constatés à moins 50m au Nord de l'ouvrage. L'établissement scolaire Jean de la Bruyère est quant à lui à environ 200m à l'Est.

En outre le secteur de la gare fait partie de l'Opération d'Intérêt National qui vise au développement durable et à la création d'un pôle d'attraction fort autour de la Défense. Ainsi des logements (éco-quartiers) pourront apparaître à proximité de Nanterre la Folie, ce qui pourrait augmenter les impacts sonores en phase chantier.

Ceci d'autant plus que d'autres projets d'infrastructures de transport comme le projet EOLE ou la ligne TGV sont prévus au niveau de cette gare



LDEN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Lden initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*>150*	*60*

LN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Ln initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*>150*	*50*

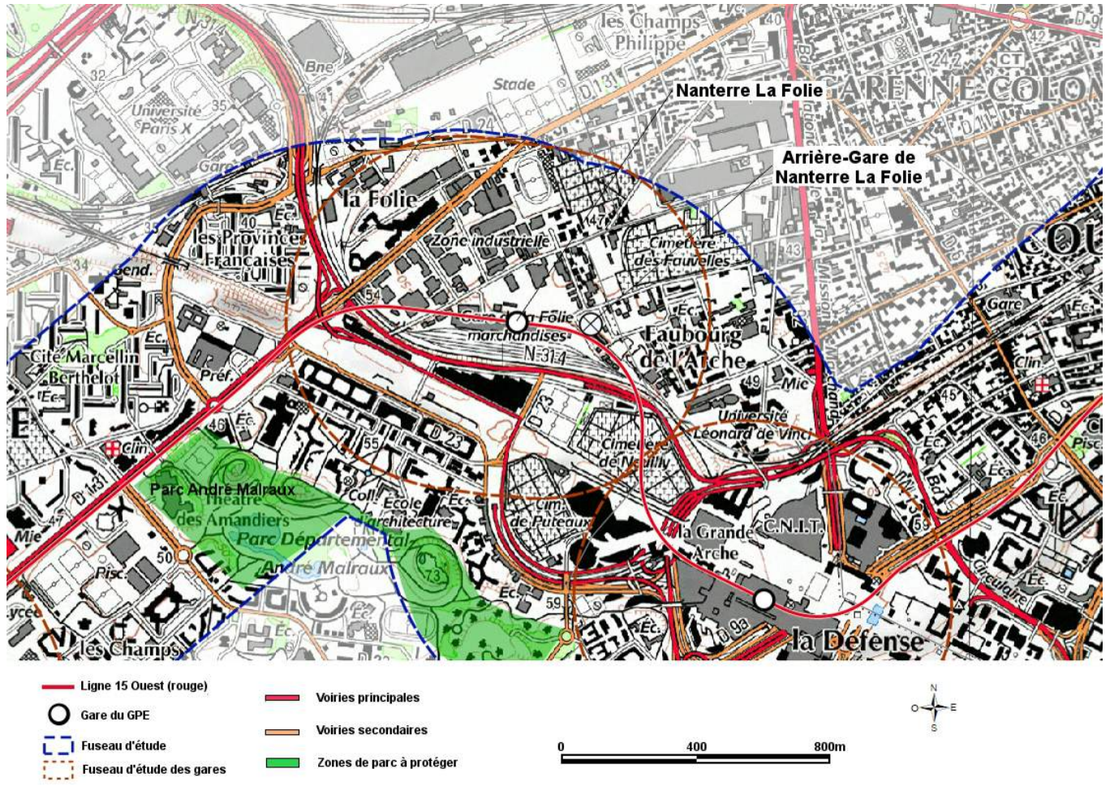
Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Nanterre la Folie – Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

La gare de Nanterre la Folie et son arrière-gare seront réalisées à ciel ouvert à l'exception de la zone de remisage située sous le parc Nelson Mendela qui sera réalisée en souterrain. Les chantiers n'auront pas d'impacts sur la circulation (pas de déviation prévue).

L'évacuation des déblais sera effectuée par voie routière jusqu'au port fluvial de Nanterre.

Incidences sonores des phases chantier – Nanterre la Folie + arrière gare

Incidences sonores des phases de chantier	*Gare de Nanterre la Folie*	*Arrière Gare*
Phase de travaux	***Riverains / bâtiment sensible le plus proche***	
Terrassement Fondation		
Gros œuvre		
Second œuvre		
Charroi (impacts sur les voiries d'accès au site, voir figure ci-après)		



Carte de sensibilité des voies d'accès à la gare de Nanterre la Folie

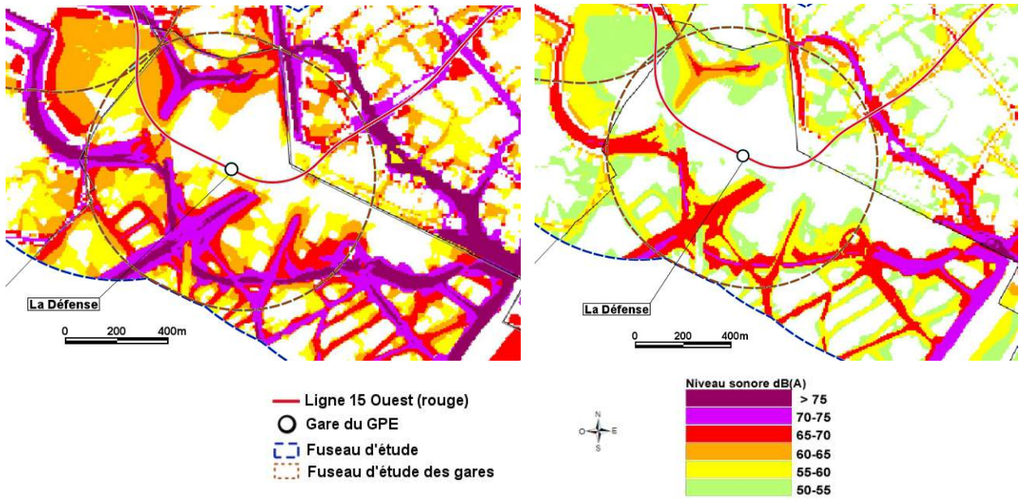
Du fait de l'éloignement du chantier par rapport aux riverains ou bâtiments sensibles et de l'environnement sonore bruyant, l'impact sonore global du chantier de la gare de Nanterre La Folie et de son arrière gare est considéré comme faible à modéré.

Gare La Défense

Cette gare est prévue sous le parvis de la Défense à Puteaux.

La Défense est le premier quartier d'affaires européen. Elle rassemble une quantité importante d'entreprises et de bureaux. Les riverains les plus proches de la future gare sont les personnes travaillant dans le quartier et les hôtels existants. Les habitations voisines de La Défense se trouvent au Sud (≈150m) à la terrasse Boieldieu à Puteaux.

Le site de la Défense est considéré comme zone calme et plusieurs espaces verts sont à proximité comme le parc Diderot (75m à l'Est) ou le jardin Boieldieu (110m au Sud).



LDEN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Lden initial en dB(A)***
Place de la Défense	-	*< 50*

LN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Ln initial en dB(A)***
Place de la Défense	-	*< 50*

Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de La Défense– Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

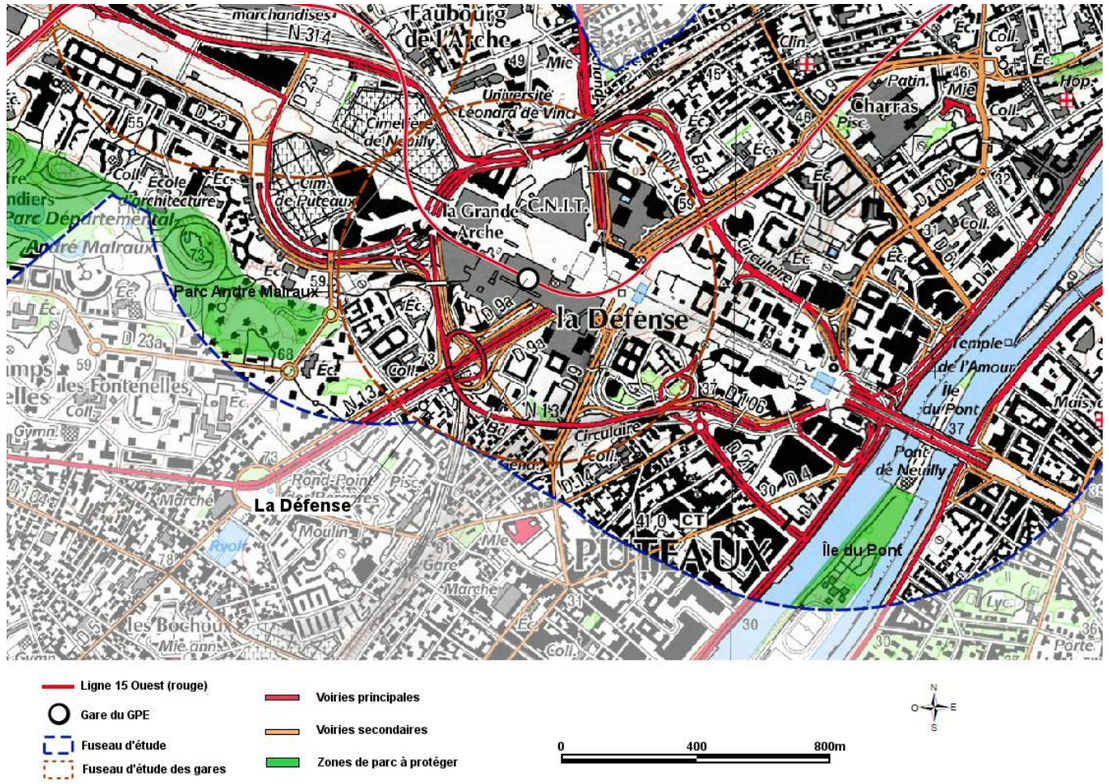
Le chantier de la gare de la Défense est une exception car il sera situé en sous-oeuvre, dans les parkings du centre commercial des Quatre-temps. L'évacuation des déblais se fera via les rampes d'accès du parking, à l'aide de bandes transporteuses car celles-ci ne permettent pas la circulation de grands camions. L'évacuation des déblais est ensuite effectuée par voie routière jusqu'au port fluvial de Nanterre.

Le chantier aura un léger impact sur la circulation routière du fait de la fermeture de la voie des Douces (voie de livraison du centre commercial) et d'une partie du parking souterrain sur 4 niveaux. Le Parvis sera quant à lui légèrement impacté.

Il est jugé que le risque de nuisances sonores en phase chantier est directement lié au bruit et vibrations générés dans le parking et l'isolation apportée par le bâtiment (nuisances internes aux bâtiments situés au-dessus du chantier). Le bruit émis dans l'environnement sera quant à lui très limité.

Incidences sonores des phases chantier – La Défense

Incidences sonores des phases de chantier		
Phase de travaux	***Locaux situés au-dessus du chantier***	***Riverains / bâtiments sensibles les plus proches (environnement)***
Terrassement Fondation		
Gros œuvre		
Second œuvre		
Charroi (impacts sur les voiries d'accès au site, voir figure ci-après)		



Carte de sensibilité des voies d'accès à la gare de Nanterre la Défense

La réalisation de la gare se fera exclusivement en sous-œuvre, et l'évacuation des déblais se fera par une des rampes d'accès du parking souterrain.

L'impact sonore du chantier de la gare de la Défense dans l'environnement est considéré comme faible car le chantier est prévu en souterrain, dans les parkings situés sous l'esplanade. Les bruits générés dans l'environnement sont donc négligeables. En revanche l'impact sonore induit dans les bâtiments est susceptible d'être beaucoup plus important en raison des niveaux sonores prévisibles dans les parkings et les vibrations générées par le chantier (bruit solidien).

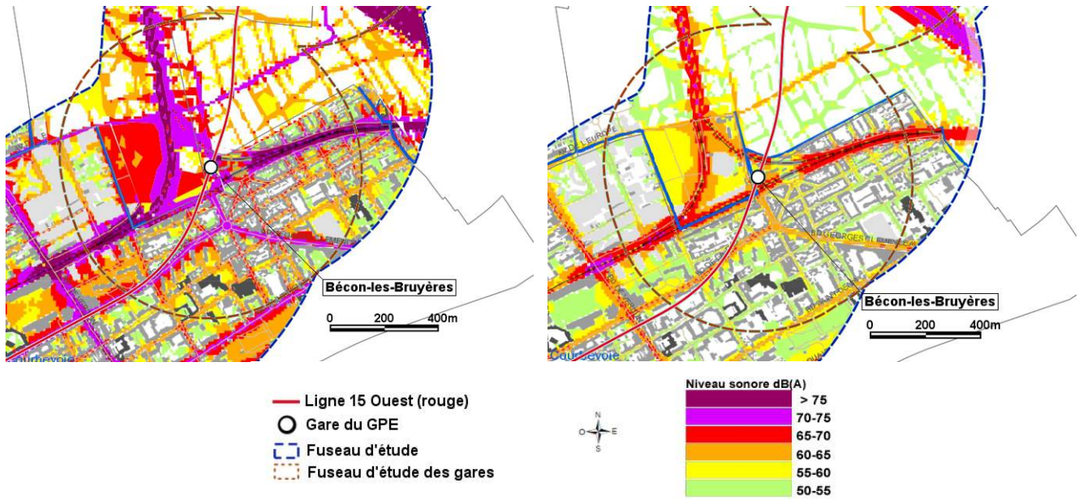
Gare Bécon-les-Bruyères

La gare Bécon-les-Bruyères sera située à l'emplacement actuel de la gare SCNF du même nom, proche du pont des Bruyères dans la commune de Bois-Colombes.

Même si la gare est implantée en zone industrielle au cœur de voies ferrées, le quartier aux alentours de la future gare est à caractère résidentiel (pavillons et immeubles). Les riverains les plus proches sont situés place de la gare et rue de Bois-Colombes (≈10m). Ceci sans compter les projets urbains prévus dans le « triangle ferroviaire » et au-dessus de la future gare.

Tout comme la gare précédente, les environs de Bécon-les-Bruyères sont peu impactés par le bruit routier du fait du caractère très urbanisé du quartier et de l'étroitesse de ses rues. Le trafic ferroviaire, quant à lui est la principale source de bruit de transport avec les différentes lignes du transilien L qui encadrent le site.

Le parc des Bruyères se trouve à environ 500m de la future gare (Nord-Ouest). Le parc Gilbert Thomain est plus proche, à environ 250m au Nord-Est. Ces deux parcs ne seront pas impactés par le chantier.



LDEN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Lden initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*10*	*65*

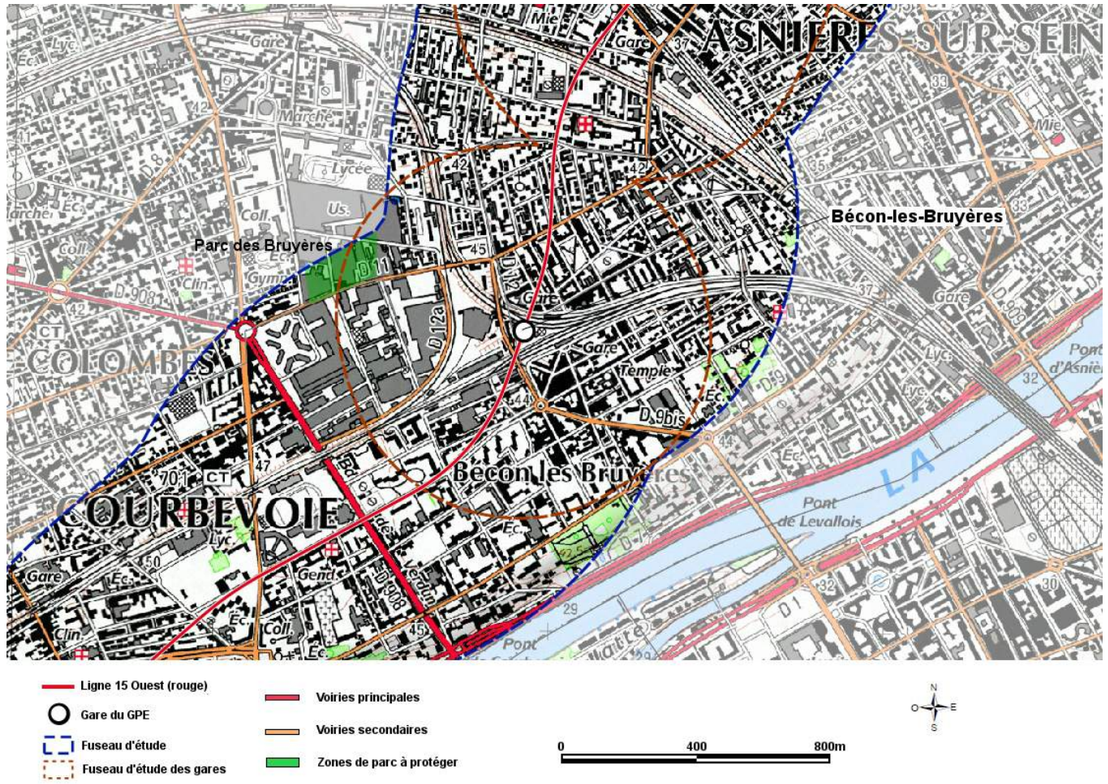
LN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Ln initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*10*	*55*

Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Bécon Les Bruyères– Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

Le puits central de la gare de Bécon les Bruyères sera réalisé à ciel ouvert mais les extrémités de la gare seront réalisées en souterrain à partir de ce puits central, ce qui va réduire les nuisances sonores. L'évacuation des déblais est effectuée par voie routière.

Incidences sonores des phases chantier – Bécon Les Bruyères

Incidences sonores des phases de chantier	
Phase de travaux	***Riverains / bâtiment sensible le plus proche***
Terrassement Fondation	
Gros œuvre	
Second œuvre	
Charroi (impacts sur les voiries d'accès au site, voir figure ci-après)	



Carte de sensibilité des voies d'accès à la gare de Bécon Les Bruyères

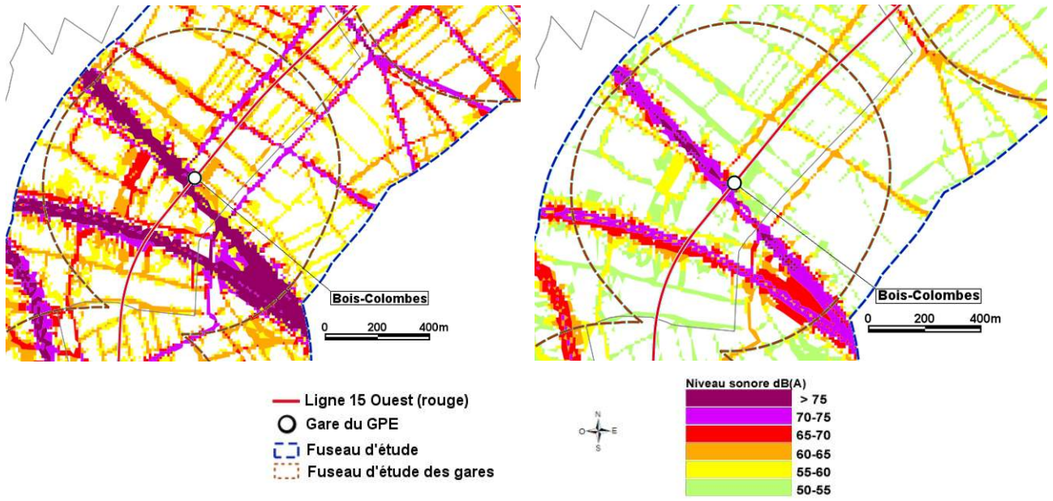
L'impact sonore du chantier de la gare de Bécon les Bruyères est considéré comme modéré à fort en raison de la grande proximité des riverains.

Gare Bois-Colombes

Cette gare est située au niveau de la place de la Résistance à proximité de la gare SNCF du même nom, dans la commune de Bois Colombes.

Le quartier est fortement urbanisé (nombreux riverains). Les habitations les plus proches sont les immeubles qui encadrent la place de la Résistance à environ 10m de la gare.

Hormis le bruit ferroviaire des lignes de transilien J et L, cette zone est peu impactée par le bruit des transports. En effet le quartier ne possède pas d'axe routier important et l'environnement sonore est donc plutôt calme. De nombreux espaces verts sont situés à proximité de la future gare (Squares Max de Nansouty, Emile Tricon, Franklin Roosevelt et Amiral Courbet).



LDEN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Lden initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*10*	*60*

LN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Ln initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*10*	*50*

Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Bois-Colombes– Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

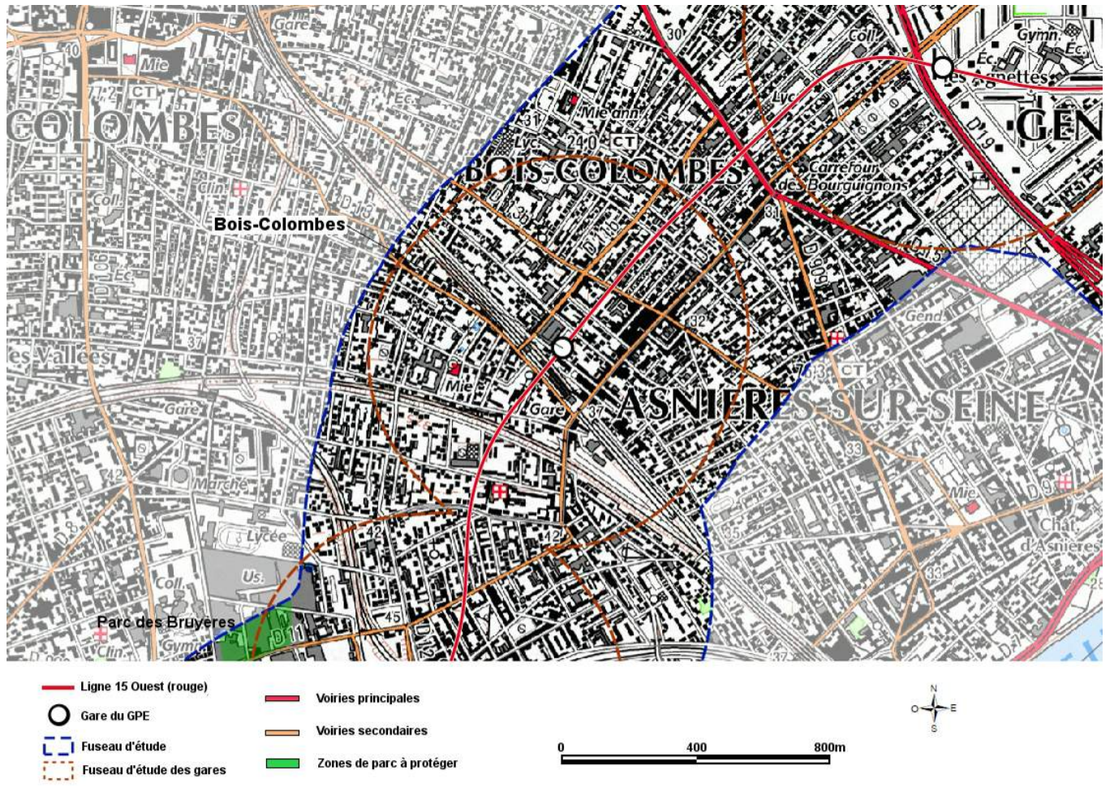
La gare de Bois-Colombes est insérée dans un tissu urbain composé de rues étroites et très fréquentées qui ne permettent pas le passage de nombreux camions.

Par conséquent, la gare de Bois-Colombes bénéficie d'une évacuation des déblais par le tunnel vers le site des Cabœufs puis par voie fluvial.

Par ailleurs, la partie Nord de la gare est réalisée en sous-œuvre après réalisation de la dalle de couverture anticipé sous la rue Raspail, ce mode de construction va donc permettre de réduire les nuisances sonores.

Incidences sonores des phases chantier – Bois-Colombes

Incidences sonores des phases de chantier	
Phase de travaux	***Riverains / bâtiment sensible le plus proche***
Terrassement Fondation	
Gros œuvre	
Second œuvre	
Charroi (impacts sur les voiries d'accès au site, voir figure ci-après)	



Carte de sensibilité des voies d'accès à la gare de Bois-Colombes

L'impact sonore du chantier de la gare de Bois-Colombes est considéré comme modéré à fort en raison de la grande proximité des riverains. Cet impact sera néanmoins réduit grâce à un choix constructif sous dalle première et l'évacuation des déblais par le tunnel, ce qui limite fortement le charroi induit par le chantier.

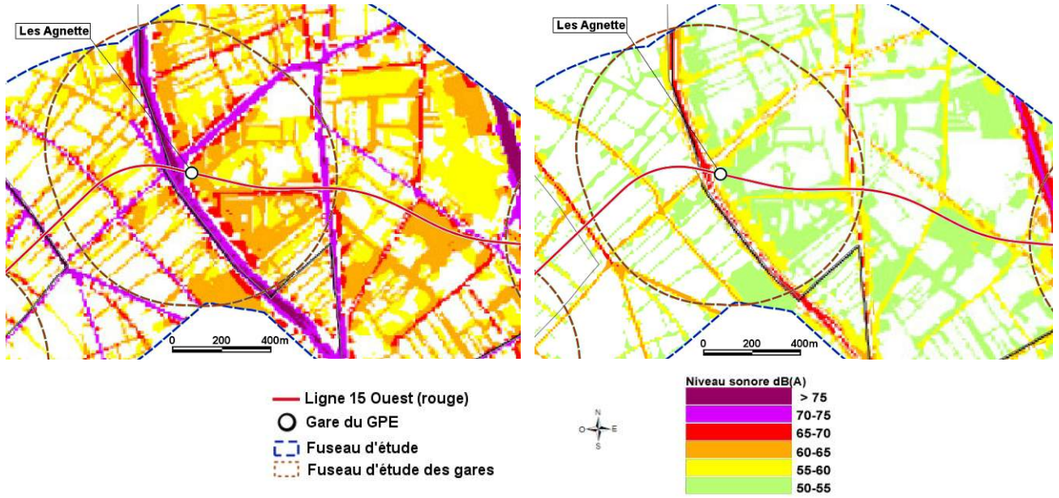
Gare Les Agnettes

La gare des Agnettes est prévue à l'emplacement actuel de la station M13 portant le même nom, au carrefour de la rue Louis Calmel et du boulevard Pierre de Coubertin à Gennevilliers.

Malgré son emplacement dans un quartier à caractère résidentiel, la gare des Agnettes se situe aussi dans une zone déjà impactée par le bruit routier des différents axes routiers à proximité. Les riverains les plus proches de la gare sont situés à environ 10m.

Deux établissements d'enseignement se trouvent également à proximité de cette gare : l'école maternelle Henri Wallon (≈60m rue du 8 Mai 1945) et le lycée Auguste Renoir (≈340m rue du Ménil).

Enfin il s'agit d'un quartier en pleine mutation avec la reconversion des friches industrielles et un projet de ZAC.



LDEN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Lden initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*10*	*60*

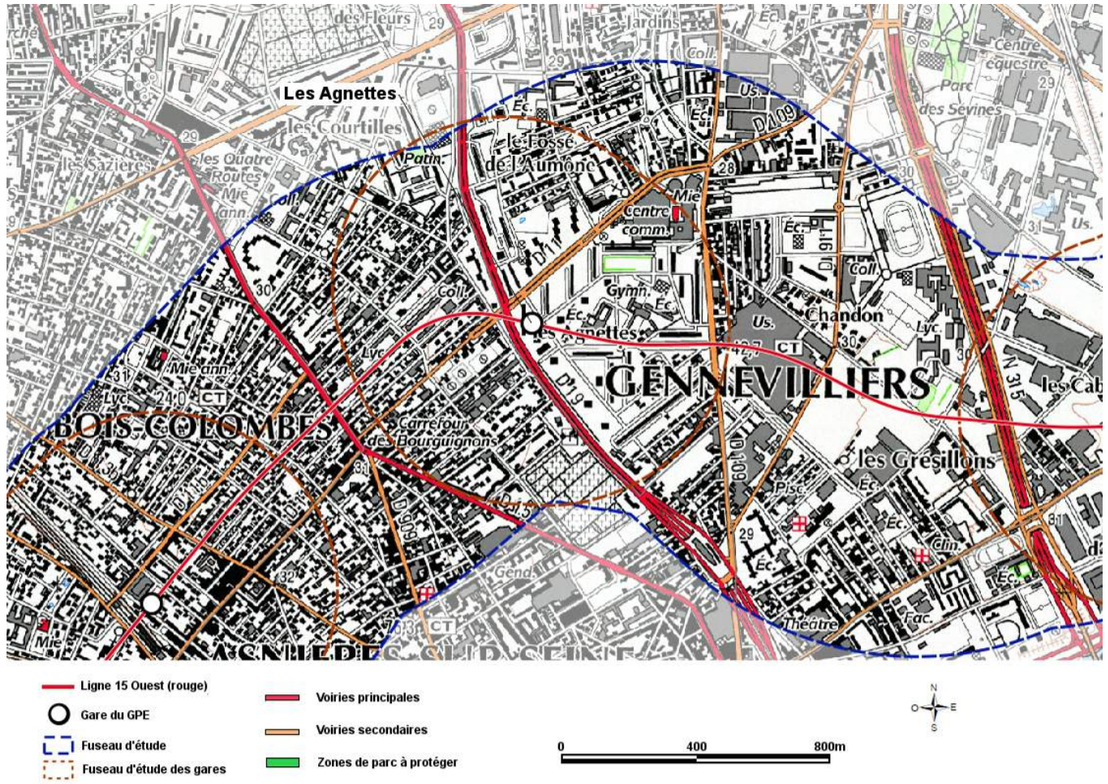
LN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Ln initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*10*	*50*

Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare des Agnettes– Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

La gare des Agnettes est principalement réalisée à ciel ouvert. Le chantier induira, en outre, quelques modifications temporaires sur les routes alentours (rue des Agnettes, rue Louis Calmel et Bd de Coubertin) même si la circulation sera maintenue. L'évacuation des déblais est effectuée par voie routière.

Incidences sonores des phases chantier – Les Agnettes

Incidences sonores des phases de chantier	
Phase de travaux	***Riverains / bâtiment sensible le plus proche***
Terrassement Fondation	
Gros œuvre	
Second œuvre	
Charroi (impacts sur les voiries d'accès au site, voir figure ci-après)	



Carte de sensibilité des voies d'accès à la gare des Agnettes

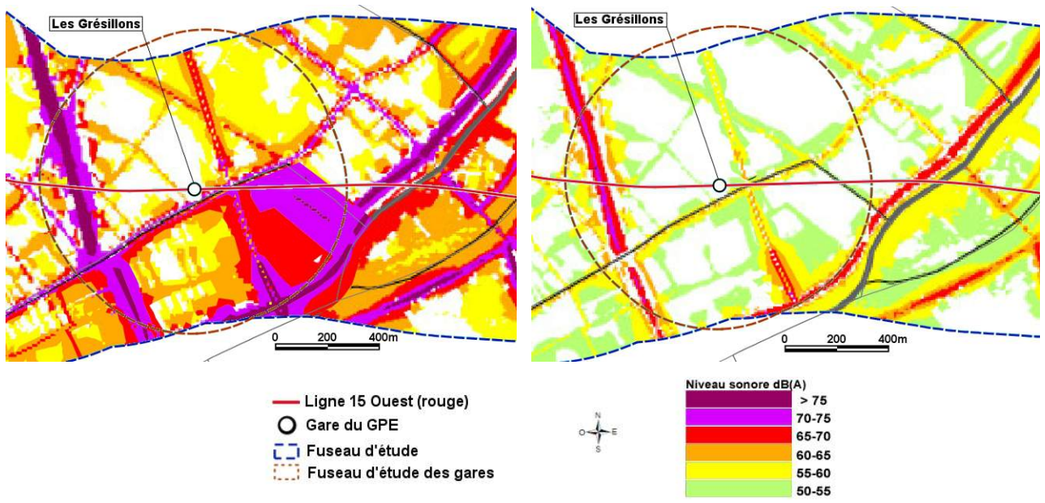
L'impact sonore du chantier de la gare des Agnettes est considéré comme fort en raison de la grande proximité des riverains.

Gare Les Grésillons

La gare des Grésillons se situe au croisement de la rue H. Vuillemin et de l'avenue des Grésillons, à l'actuel emplacement de la station du même nom du RERC, dans la commune de Gennevilliers.

La zone autour de la gare est constituée de zones industrielles avec des bâtiments d'entreprises et des commerces.

Cependant, deux Z.A.C. où se trouveront des logements sont en cours de réalisation au Sud de la gare à environ 30m de la gare sur l'avenue des Grésillons (« Bords de Seine » et « Parc d'Affaires »). Le quartier de la gare est donc en pleine requalification urbaine.



LDEN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Lden initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*30*	*60*

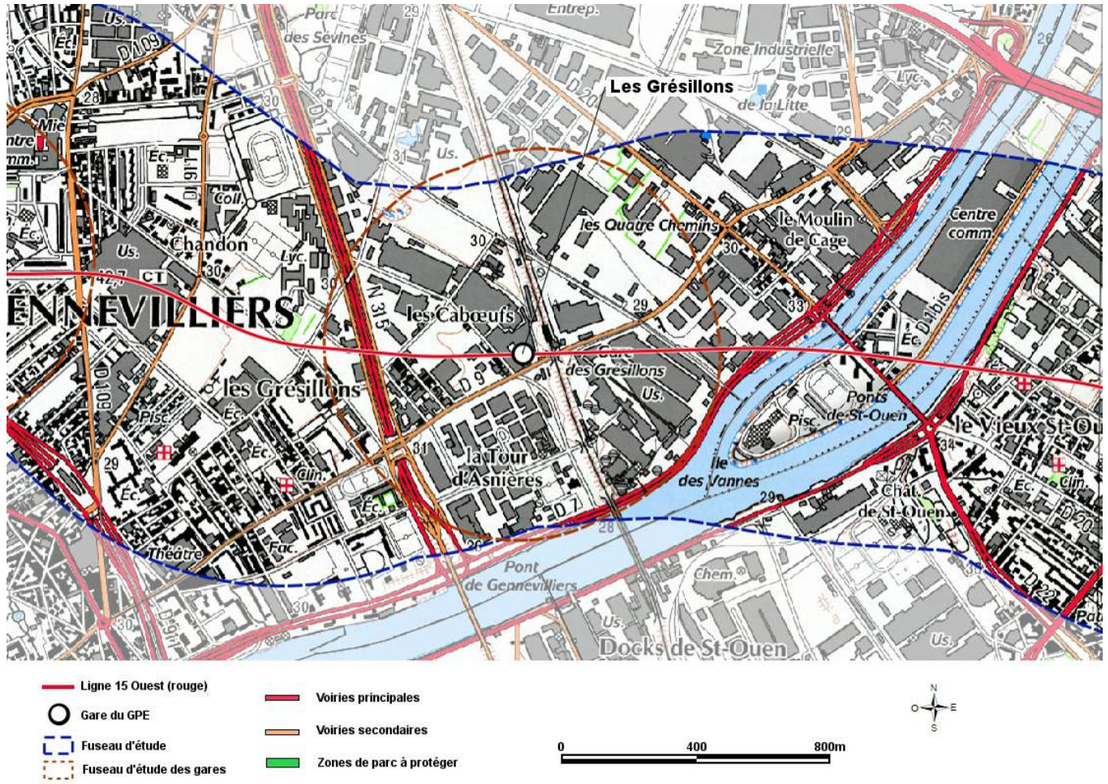
LN		
Riverains	***Distance à la gare (m)***	***Ln initial en dB(A)***
Habitations les plus proches	*30*	*50*

Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare des Grésillons – Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

La gare des Grésillons sera réalisée à ciel ouvert. Le chantier impactera peu la circulation routière à part une légère emprise sur l'avenue des Grésillons. L'évacuation des déblais sera effectuée par voie fluvial via le puits tunnelier des Caboeufs.

Incidences sonores des phases chantier – Les Grésillons

Incidences sonores des phases de chantier	
Phase de travaux	***Riverains / bâtiment sensible le plus proche***
Terrassement Fondation	
Gros œuvre	
Second œuvre	
Charroi (impacts sur les voiries d'accès au site, voir figure ci-après)	



Carte de sensibilité des voies d'accès à la gare des Grésillons

L'impact sonore du chantier de la gare des Grésillons est considéré comme faible à modéré car la zone est principalement à caractère économique ou industriel mais la construction de logements à proximité de la future gare augmentera les impacts sonores potentiels du chantier.

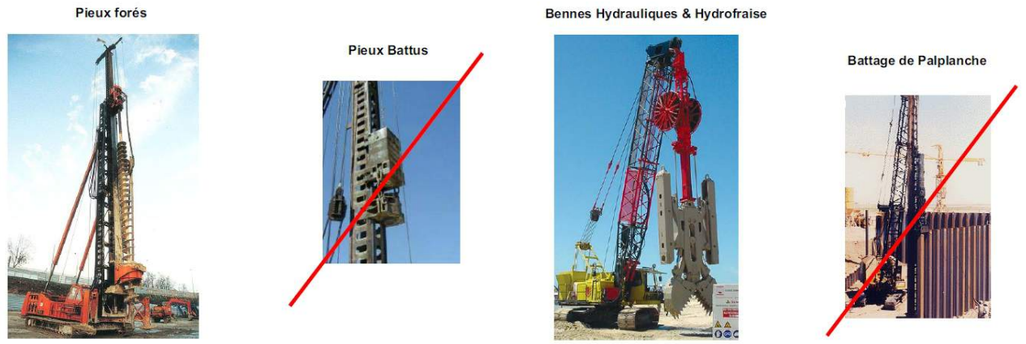
En conclusion, certaines gares présentent une sensibilité plus forte pour le bruit en phase chantier. Il s'agit des gares suivantes :

- **Gare de Saint Cloud ;**
- **Gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien ».**

<u>Mesures prévues pour la construction des gares :</u>

- **Réalisation des gares avec la technique des parois moulées :** pour la construction des gares, la Société du Grand Paris a retenu la technique des parois moulées. Cette solution permet en effet d'assurer l'étanchéité des boîtes gares tout en évitant pour la construction des opérations de pompage des eaux souterraines, et de rabattement de nappes.

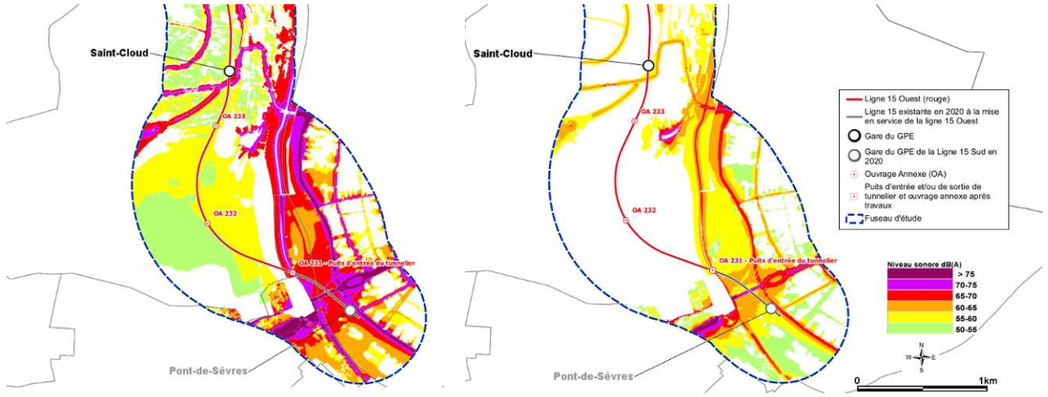
  Cette solution présente également un autre avantage. La mise en œuvre des parois moulées n'entraine pas de nuisances sonores très importantes dans l'environnement proche, contrairement à d'autres techniques possibles. Par exemple, les techniques de mise en place par battage ne sont pas prévues pour les ouvrages du projet.



Exemple de choix de méthodes les moins bruyantes (Soletanche Bachy)

- **Restriction des horaires de chantier et respect des plannings de travaux pour les gares.**
- **Recours à la technique de la couverture première ou dalle fermée pour assurer certains travaux des gares de manière confinée.** Cette mesure est retenue pour les gares suivantes :
  - Nanterre-la-Boule, avec tout de même le maintien d'une trémie pour accès chantier. La fermeture avant creusement pour cette gare est nécessaire pour le rétablissement de la circulation en surface.
  - La Défense du fait la présence des constructions en surface
  - Bécon les Bruyères de manière partielle pour la réalisation de deux portions de tunnel en méthode traditionnelle
  - Bois-Colombes pour une évacuation des déblais par le tunnel

3.18.3.4 Impacts liés à la construction des ouvrages annexes (hors puits tunnelier)



Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les OA situés en amont de la gare de Saint Cloud – Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

Incidences sonores de la phase chantier – OA 232 et 233

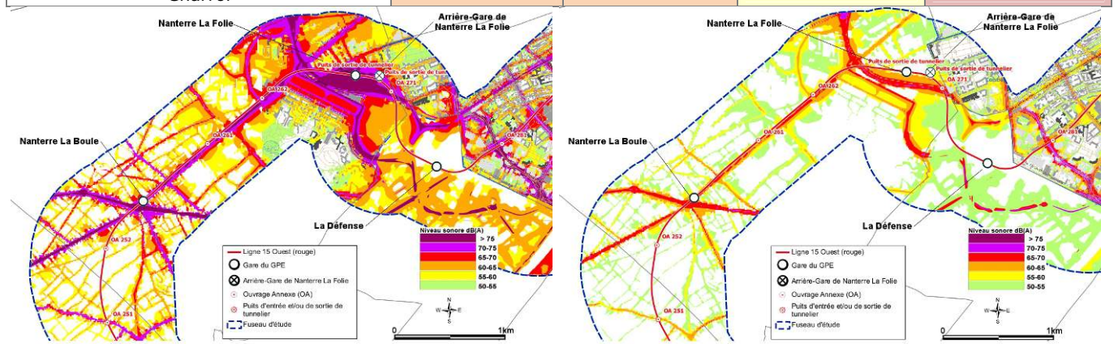
Incidences sonores des phases de chantier		
Phase de travaux	***Puits considérés***	
	OA 232	***OA 233***
Destruction / Terrassement / Gros œuvre		
Second œuvre		
Charroi		

Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les OA situés entre la gare de Saint Cloud et la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien »– Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

Incidences sonores de la phase chantier – OA 241 à 244

Incidences sonores des phases de chantier				
Phase de travaux	***Puits considérés***			
	OA 241	***OA 242***	***OA 243***	***OA 244***
Destruction / Terrassement / Gros œuvre				
Second œuvre				

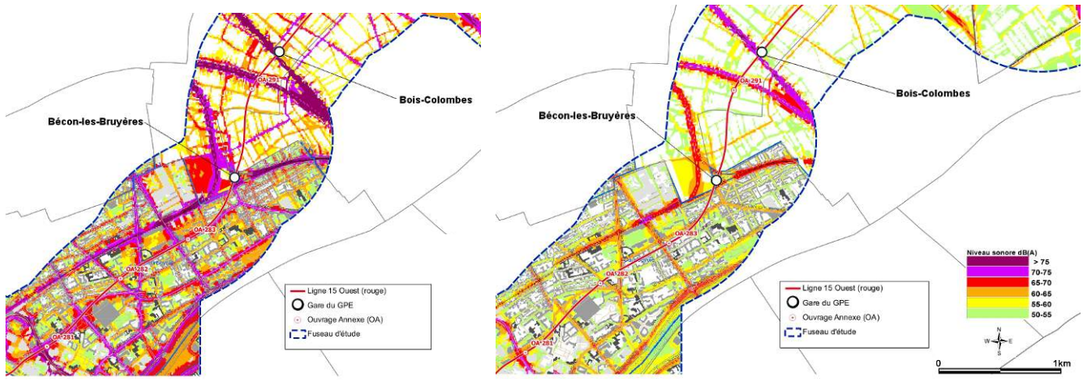
Charroi				



Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les OA situés entre la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » et la gare de La Défense – Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

Incidences sonores de la phase chantier – OA 251 à 281

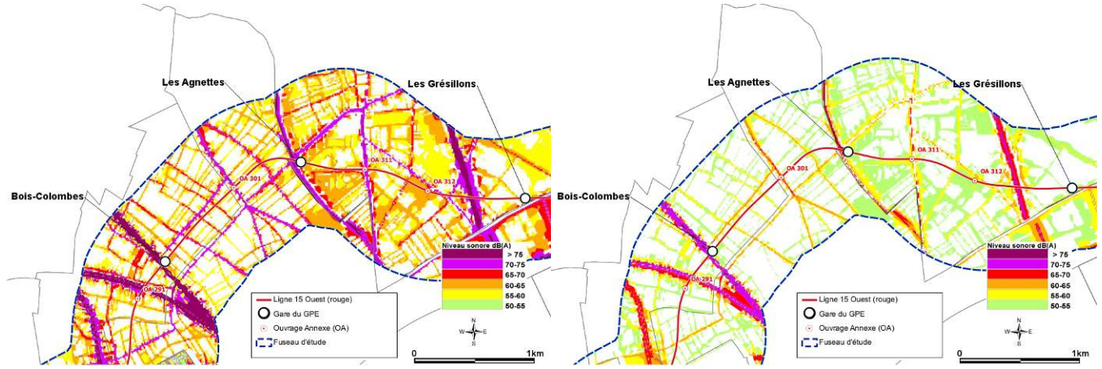
Incidences sonores des phases de chantier						
Phase de travaux	***Puits considérés***					
	OA 251	***OA 252***	***OA 261***	***OA 262***	***OA 271***	***OA 281***
Destruction / Terrassement / Gros œuvre						
Second œuvre						
Charroi						



Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant entre la gare de La Défense et la gare de Bois Colombe – Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

Incidences sonores de la phase chantier – OA 282 à 291

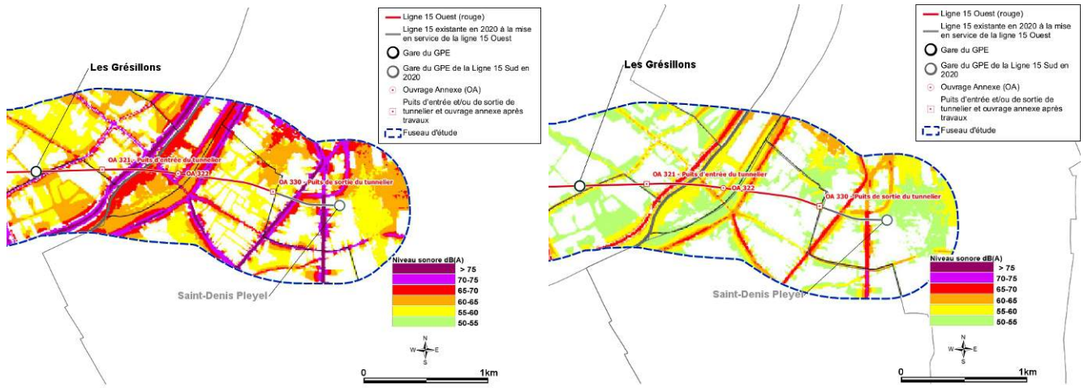
Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	***Puits considérés***		
	OA282	***OA 283***	***OA 291***
Destruction / Terrassement / Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			



Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant entre la gare de Bois Colombe et la gare des Grésillons – Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

Incidences sonores de la phase chantier – OA 301 à 312

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	***Puits considérés***		
	OA 301	***OA 311***	***OA 312***
Destruction / Terrassement / Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			



Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant entre la gare des Grésillons et la gare de Saint Denis Pleyel – Période Lden et Lnight (Bruitparif.fr)

Incidences sonores de la phase chantier – OA 321 à 330

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	***Puits considérés***		
	OA 321	***OA 322***	***OA 330***
Destruction / Terrassement / Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			

En conclusion, certains ouvrages de sécurité et de ventilation présentent une sensibilité plus forte pour le bruit en phase chantier. Il s'agit des ouvrages suivants :

- OA 232 situé en plein cœur du parc de Saint Cloud
- OA 242 situé dans le Jardin des Tourneroches
- A cause de leur grande proximité avec les riverains : les OA 243, 244, 251, 252, 291 et 301

3.18.3.5 Mesures générales retenues pour l'ensemble des chantiers de la Ligne 15 Ouest

Mesures d'évitement et de réduction

- **Respect de la réglementation pour les engins et équipements utilisés :** les sources de bruit à l'origine des principales nuisances sonores potentiellement générées par les chantiers sont les suivantes :
  - Engins de chantier usuels (pelleteuses, chargeuses, brise béton, tracteurs, grues…)
  - Engins de chantier spécifiques à la construction de métro (machine à attaque ponctuelle, pompe acheminement du béton à haut débit, centrale à béton, système d'évacuation/de traitement des boues, installation de traitement des eaux de chantier et d'exhaure ventilation, grue à tour…)
  - Équipements techniques (compresseurs, groupes électrogènes,…)
  - Outils et machines de chantier (marteaux piqueurs, scies circulaires, bétonneuses, perceuses,…)

  Ces engins et équipements font l'objet de réglementations strictes en matière de bruit.
- **Restriction des horaires de chantier et respect des plannings de travaux :** il s'agit de fixer un horaire pour les chantiers émergents en période de semaine et la journée et en contrôler le respect.
- **Adapter l'organisation des zones de chantier :** il s'agit de localiser les équipements techniques sensibles et les actions sources de nuisances des habitations et des établissements sensibles.
- **Mise en place de supports de communication adaptés :** la Société du Grand Paris est en charge avec l'ensemble des acteurs concernés (maitrises d'œuvre, collectivités…) de la préparation d'un plan qui définira pour chaque site les supports d'information qui seront mis en place pendant les chantiers (panneaux, plaquette, site Internet…). Les riverains pourront ainsi suivre l'avancée des travaux, et mieux appréhender les nuisances sonores éventuelles.

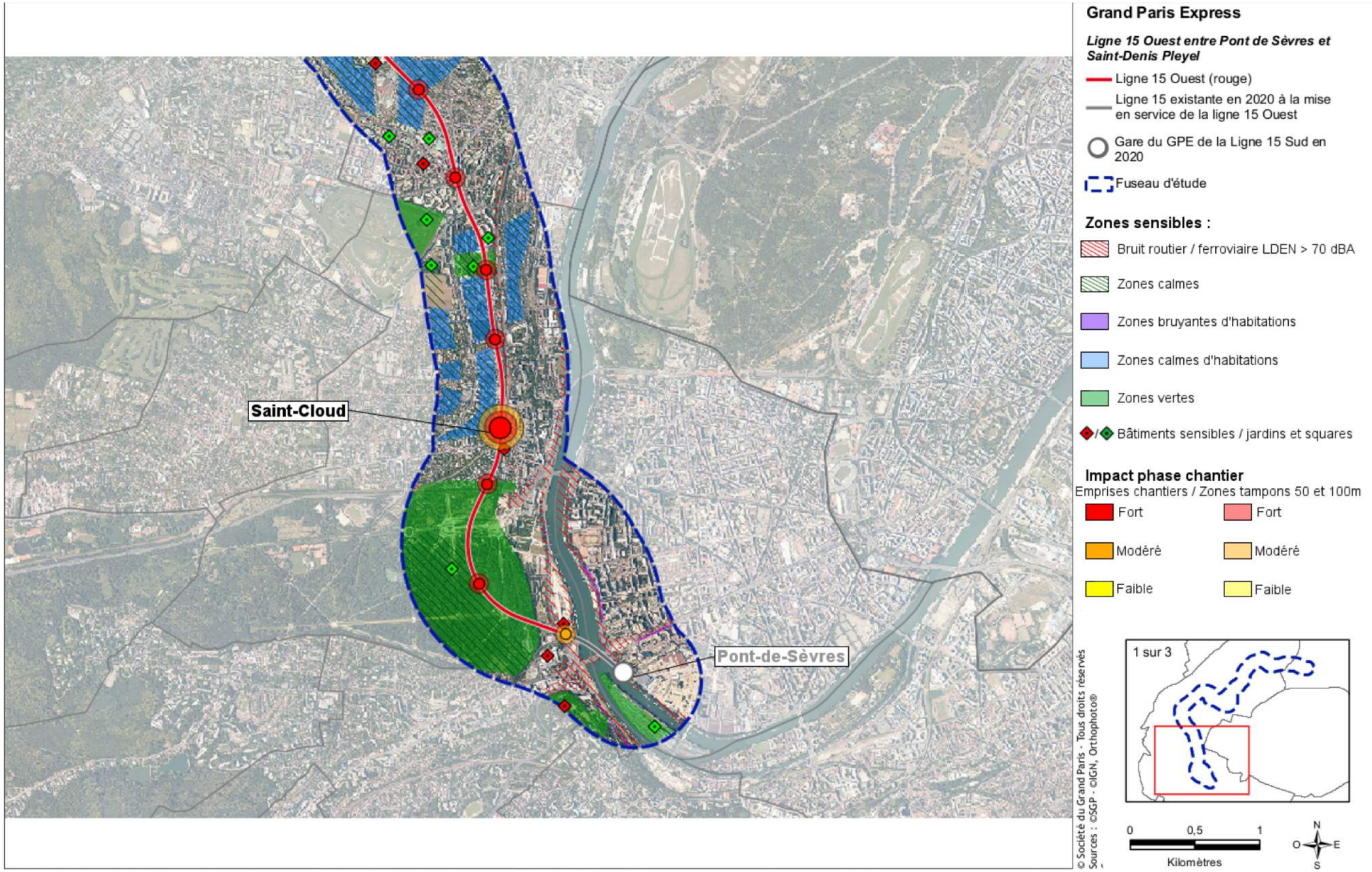
Mesures de suivi

- **Présence d'agents de proximité sur les chantiers** : des agents de proximité seront présents au niveau des bases chantier. Leur rôle sera d'être présent auprès des riverains, des commerçants et des entreprises pour leur apporter toute l'information nécessaire sur les travaux en cours, et également d'assurer un lien constant avec la Société du Grand Paris, notamment en ce qui concerne les nuisances sonores.

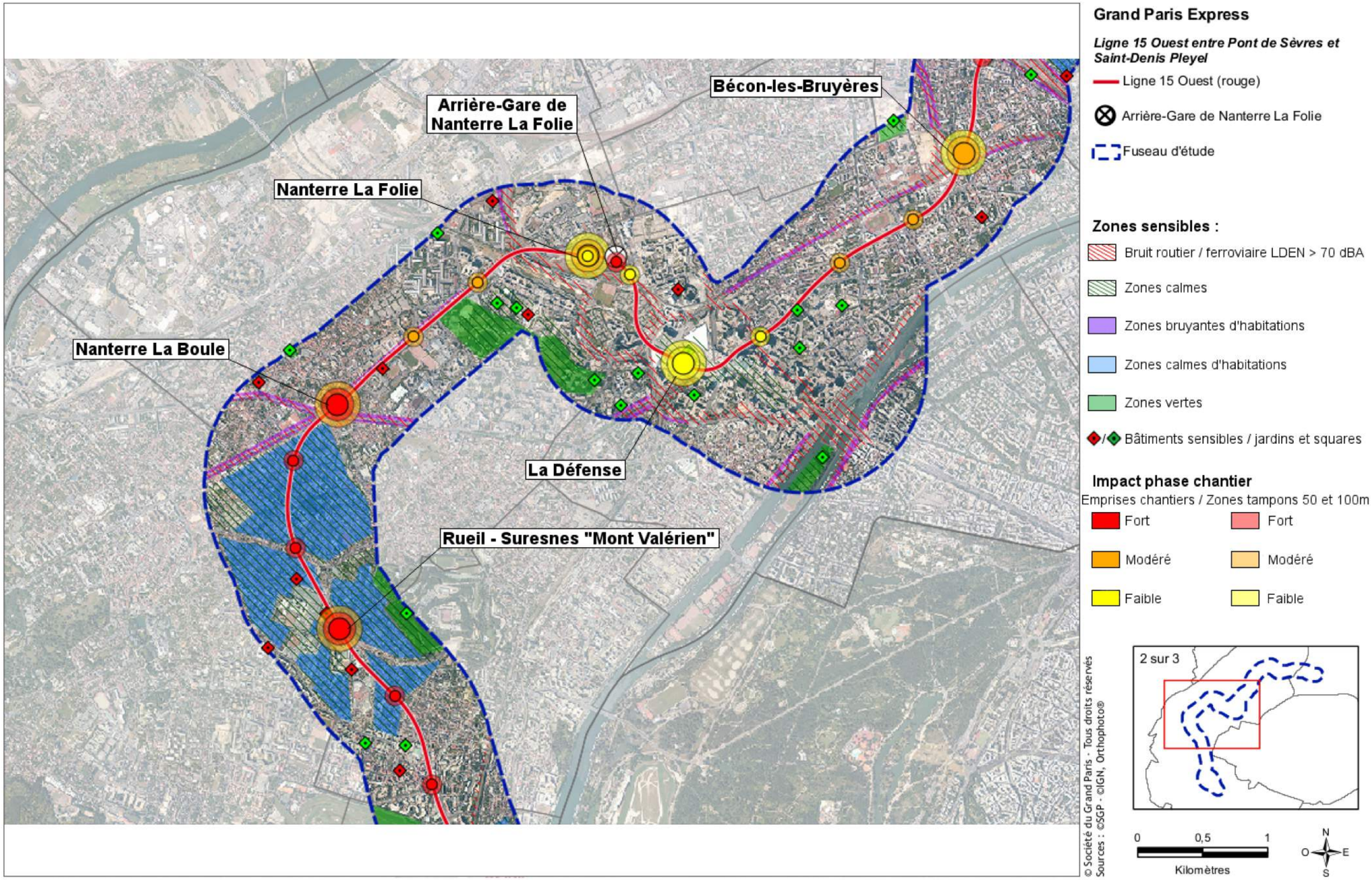
3.18.3.6 Synthèse des impacts en phase chantier

Les cartes suivantes ont été établies en croisant les différents impacts sonores détaillés ci-avant avec la localisation des ouvrages de la Ligne 15 Ouest et la sensibilité des zones identifiées dans l'analyse de l'état initial (pièce G.1).

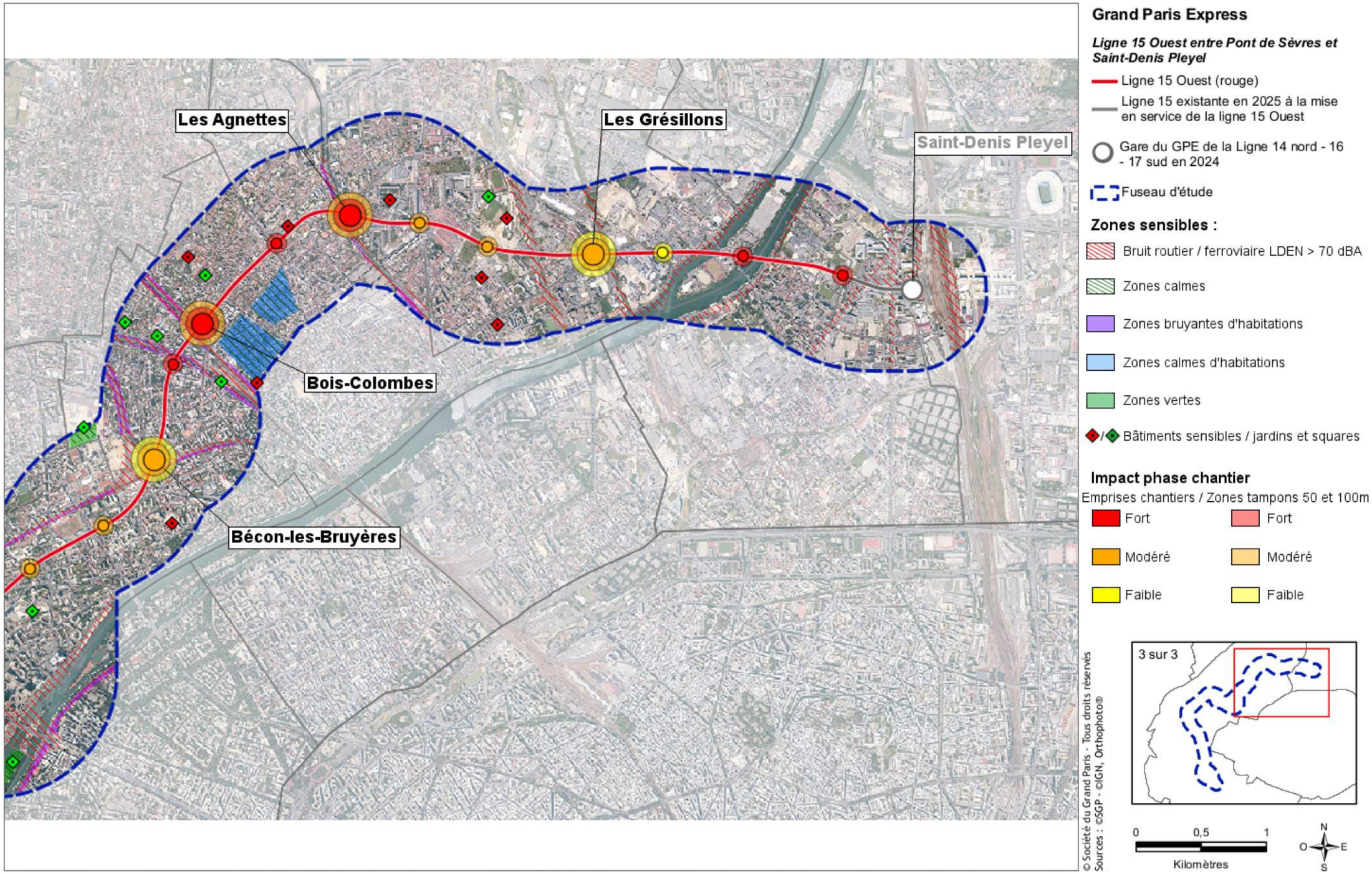
Synthèse des impacts sonores liés à la phase chantier sur les zones sensibles identifiées – secteur Pont de Sèvres – Nanterre la Boule



Synthèse des impacts sonores liés à la phase chantier sur les zones sensibles identifiées – secteur Nanterre la Boule - Bécon les Bruyères



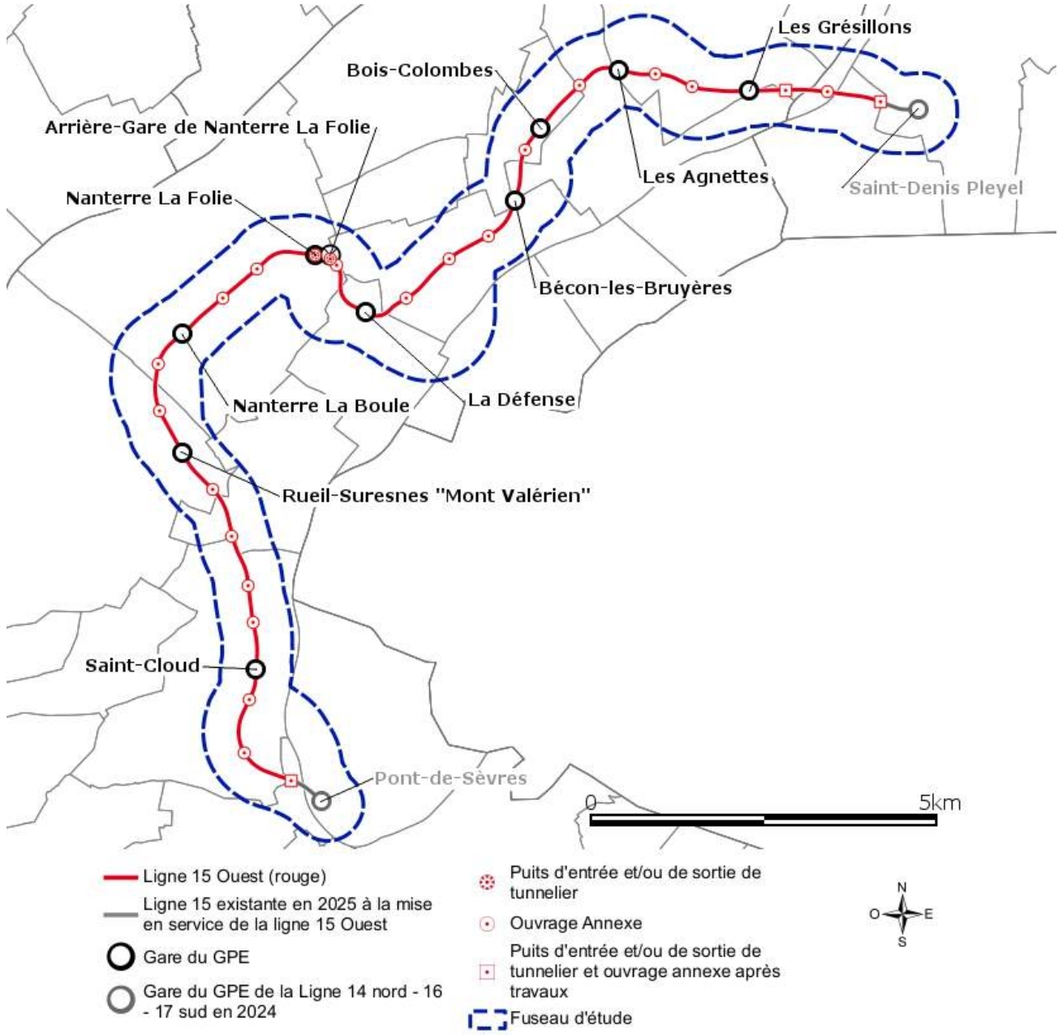
Synthèse des impacts sonores liés à la phase chantier sur les zones sensibles identifiées – secteur Bécon les Bruyères – Saint-Denis-Pleyel



3.18.4 Impacts et mesures du projet en phase d'exploitation concernant l'environnement sonore

En phase d'exploitation, les éventuelles sources de nuisances sonores sont bien plus limitées qu'en phase travaux. Elles se limitent à :

- La circulation des métros,
- L'activité au niveau des gares de la ligne de métro,
- Le fonctionnement de la ventilation au niveau des ouvrages de sécurité.



Localisation des ouvrages de la Ligne 15 Ouest

3.18.4.1 Impacts et mesures liés à la circulation des métros

La Ligne 15 Ouest se situe sur la totalité de son tracé en souterrain. Au vu des caractéristiques du tunnel (tunnel de béton situé à une profondeur entre 16 et 87 mètres), l'augmentation des nuisances sonores au niveau de la surface due à la circulation des métros peut être considérée comme nulle.

Les vibrations et bruit solidien éventuels sont étudiés dans la rubrique dédiée à ce sujet dans la présente étude d'impact.

La circulation des métros au niveau des tunnels souterrains ne présente pas d'impact sur le niveau de bruit en surface.

3.18.4.2 Impacts et mesures liés au fonctionnement des gares

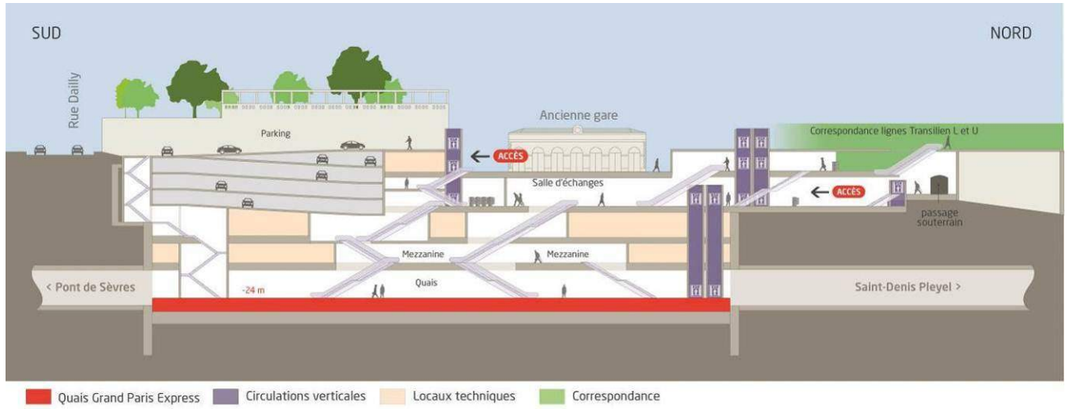
S'agissant des gares, les sources potentielles d'émission de bruit sont multiples. Elles peuvent être liées aux équipements techniques nécessaires à leur fonctionnement, et à leur fréquentation par les usagers.

Impacts liés aux équipements techniques des gares

Le fonctionnement des gares du réseau nécessitent l'installation d'un certain nombre d'équipements techniques. Il s'agit notamment :

- Des groupes de ventilation / désenfumage ;
- Des chaudières ;
- Des postes de redressement : transformateurs, etc. ;
- Des locaux d'entretien ;
- Des locaux de personnel ;
- Des poste Énergie Force.

Les équipements techniques nécessaires au fonctionnement des gares seront situés au sein de la gare dans les niveaux souterrains, dans des locaux techniques adaptés.



Coupe de la gare de Saint-Cloud

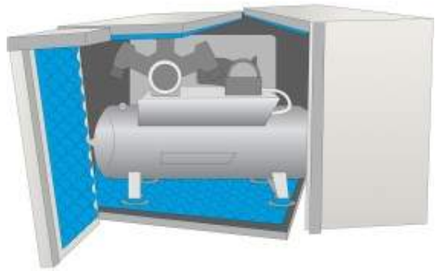
Cette localisation des équipements techniques permettra de limiter de manière très importante les émissions sonores vers l'extérieur de l'ouvrage. Les ouvrages de type ventilation sont présentés dans la rubrique dédiée sur les ouvrages de sécurité.

L'impact des équipements techniques internes aux gares pour les riverains est considéré comme négligeable.

Mesures d'évitement et de réduction

- **Conception de la structure des locaux techniques pour contenir les nuisances sonores**,

- **Isoler les équipements techniques** : des dispositifs de capotage sont envisagés. Il s'agit d'isoler le système pour contenir le bruit dans la protection. Le gain apporté par un capotage peut varier de 10 à 40 dB(A) en fonction de sa composition et des contraintes techniques induites par l'appareil.



Exemple de capotage et silencieux envisageable (source : paulstra-industry)

L'impact du fonctionnement des équipements techniques des gares pour les usagers est considéré comme faible.

Impacts liés à la fréquentation des gares

L'exploitation du réseau entrainera une augmentation de la fréquentation piétonne au niveau des gares de la ligne, qui risque d'induire une augmentation du niveau de bruit à proximité de l'infrastructure (déplacements des piétons, voix, activités liés aux commerces situés dans les gares, etc.).

Cette augmentation, à ce stade des études, est difficilement quantifiable. Néanmoins, il convient d'indiquer que les sites d'implantation des gares sont localisés au niveau de zones urbaines déjà constituées, ou de zones d'activité.

De ce fait, l'augmentation des niveaux sonores liés aux déplacements piétons peut être considérée comme faible.

Les échanges engagés par la Société du Grand Paris avec les collectivités locales permettront de prévoir de nouveaux aménagements urbains adaptés aux déplacements attendus en phase d'exploitation. Ces aménagements concernent notamment l'organisation des espaces publics, comme les parvis autour des gares.

Le fonctionnement du réseau sera également susceptible d'entrainer à proximité immédiate des gares une augmentation de la circulation. La Société du Grand Paris a engagé une étude spécifique sur l'opportunité d'implanter au niveau des gares des parkings relais voitures.

Les conclusions de cette étude n'ont pas permis d'identifier de besoins au niveau des zones fortement urbanisées. De plus, cela permettra d'éviter un rabattement trop important de la circulation au niveau des quartiers de gare. Les nuisances sonores liées à la circulation routière ne seront pas augmentées de manière importante.

Néanmoins, afin d'assurer l'accès des usagers aux gares, un travail important a été engagé avec le Syndicat des Transports d'Ile-de-France, l'autorité organisatrice des transports de la région pour réaménager les lignes de bus actuelles. Il s'agit d'assurer la bonne desserte des futures gares.

Des pôles bus seront aménagés à proximité immédiate des gares, pour faciliter la descente et la montée des usagers. Cette solution permettra également de fluidifier la circulation des bus dans le quartier.

Mesures d'évitement et de réduction

- **Élaboration d'une charte architecturale :** la Société du Grand Paris et les architectes désignés pour la conception des gares de la Ligne 15 Ouest élaborent une charte qui vise notamment à retenir une conception qui favorise l'appropriation des espaces, l'accessibilité, l'accessibilité et l'efficacité des parcours pour les usagers.

- **Concertation avec les acteurs locaux** pour la définition des espaces publics autour des gares.

- **Aménagement de pôles bus et réaménagement des liaisons bus** au niveau des gares.

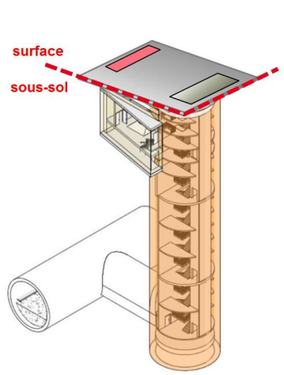
3.18.4.3 Impacts et mesures liées au fonctionnement des ouvrages de ventilation (ouvrages de sécurité)

Les ouvrages de sécurité prévus tous les 800 mètres du tracé assurent deux fonctions :

- Permettre le renouvellement de l'air en période normale d'exploitation, et en cas d'incendie dans le tunnel, le désenfumage de l'infrastructure.

- En cas d'accidents dans le tunnel, permettre l'arrivée des secours dans l'infrastructure, et permettre si cela est nécessaire l'évacuation des usagers vers l'extérieur.

En surface, au niveau du sol, l'ouvrage de sécurité présente une grille pour la ventilation et une trappe d'accès pour les secours et éventuellement l'évacuation.



Exemple d'un ouvrage de sécurité et vue indicative d'un ouvrage en milieu urbain

Les fonctions liées à l'entrée des secours et l'évacuation éventuelle des usagers ne présentent aucun impact sur le niveau de bruit.

La ventilation fonctionne de deux façons. D'une manière passive grâce au déplacement de l'air entrainé par la circulation des trains, et d'une manière active grâce à des ventilateurs situés dans l'ouvrage, placés en souterrain. Les impacts éventuels sur le bruit sont liés au fonctionnement de ces ventilateurs.

Les gares peuvent également présenter ce type d'équipement en surface. La même démarche sera appliquée pour ceux liés aux ouvrages des gares.

La méthodologie suivante sera appliquée :

- L'identification des règles locales sur le bruit, de l'occupation des sols à proximité et des équipements sensibles existants (hôpital, école, zones résidentielles calmes…) permettra de définir le niveau maximal à respecter pour chaque ouvrage de sécurité.

- Des mesures des niveaux sonores actuels sont prévues sur le territoire au niveau de l'implantation des ouvrages émergents. Cette campagne pourra avoir lieu en 2015.

- La déclinaison précise des exigences réglementaires ne peut être faite à ce jour, car elle nécessite de connaître le niveau de bruit ambiant existant avant-projet. C'est pourquoi, pour l'ensemble de la ligne, une étude acoustique spécifique, avec mesures initiales en période de nuit, période la plus contraignante, sera réalisée.

- Une fois fixé le niveau sonore à ne pas dépasser, des dispositions techniques seront définies pour atteindre ces objectifs. Plusieurs actions sont possibles.

Mesures d'évitement et de réduction

- **Implantation des ouvrages de sécurité à plus de 8 mètres des façades avec fenêtres,**

- **L'installation des ventilateurs sur des amortisseurs** pour réduire le bruit en phase de fonctionnement

- **Mise en place de filtres pour réduire les niveaux de bruit** : il s'agit de solutions anti-bruit type silencieux (grilles acoustiques, filtres, capotages…) pour les puits de ventilations et les équipements techniques.

Exemple de silencieux pour gaines de ventilation

- **Élaboration de modélisations sonores** sur les sites les plus sensibles pour vérifier que les dispositifs de réduction des émissions prévues seront suffisants pour atteindre les objectifs définis.

Mesures de suivi

- **Mesures in situ du niveau de bruit,** pour évaluer le respect des émissions sonores des ouvrages de sécurité dans les secteurs les plus sensibles. Dans le cas de dépassement, un réajustement des dispositifs de protection permettra l'atteinte des valeurs limites.

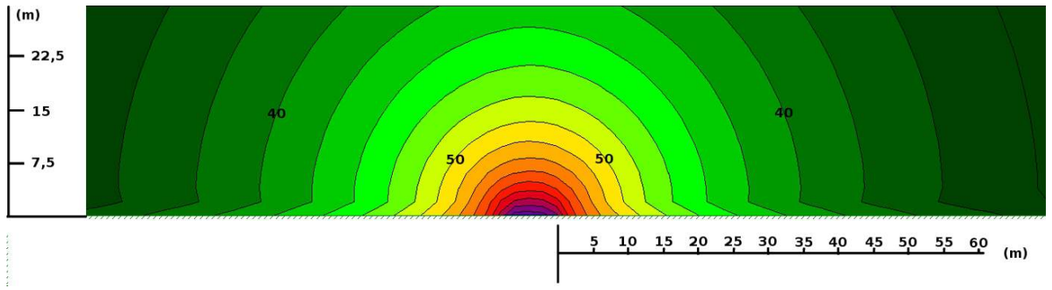
En attendant les résultats des études prévues par ouvrage, une première analyse des risques de gêne sonore a été effectuée à l'aide d'une modélisation simplifiée réalisée avec le logiciel CadnaA sur la base d'une valeur limite de 60 dB(A) à 1 mètre des grilles de ventilation[31]. Le spectre utilisé dans les calculs est un spectre-type de ventilateur axial.

Les hypothèses de calculs considérées dans le modèle sont les suivantes :

- Non prise en compte de la topographie ou d'obstacle éventuel
- Cartes de bruit réalisées en coupe à partir d'une surface rayonnante au sol de 52m² et pour un cas d'insertion en sol réverbérant (surface principalement bitumée)
- Maillage 2 x 2m, soit un point de calcul tous les 2m,
- Aucun effet météorologique.

[31] *Niveau sonore caractéristique d'une zone d'ambiance préexistante modérée pour la période de nuit (arrêtés du 8/11/1999 et du 5/05/1995)*

Profil de propagation de bruit d'un puits de ventilation générant un niveau sonore de 60 dB(A) à 1m – sol réverbérant



Distance en mètre des isophones 60, 55, 50, 45 et 40 dB(A) pour une propagation du bruit d'une grille de ventilation en terrain plat, en champs libre et une hauteur de récepteur à 2 mètre au-dessus du sol

	Isophones calculés pour un spectre-type de ventilateur axial pour un débit de l'ordre de 900 000 m3/h.				
Typologie de sol considéré	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)
Sol réverbérant	1	4,1	9,6	18,7	34,8

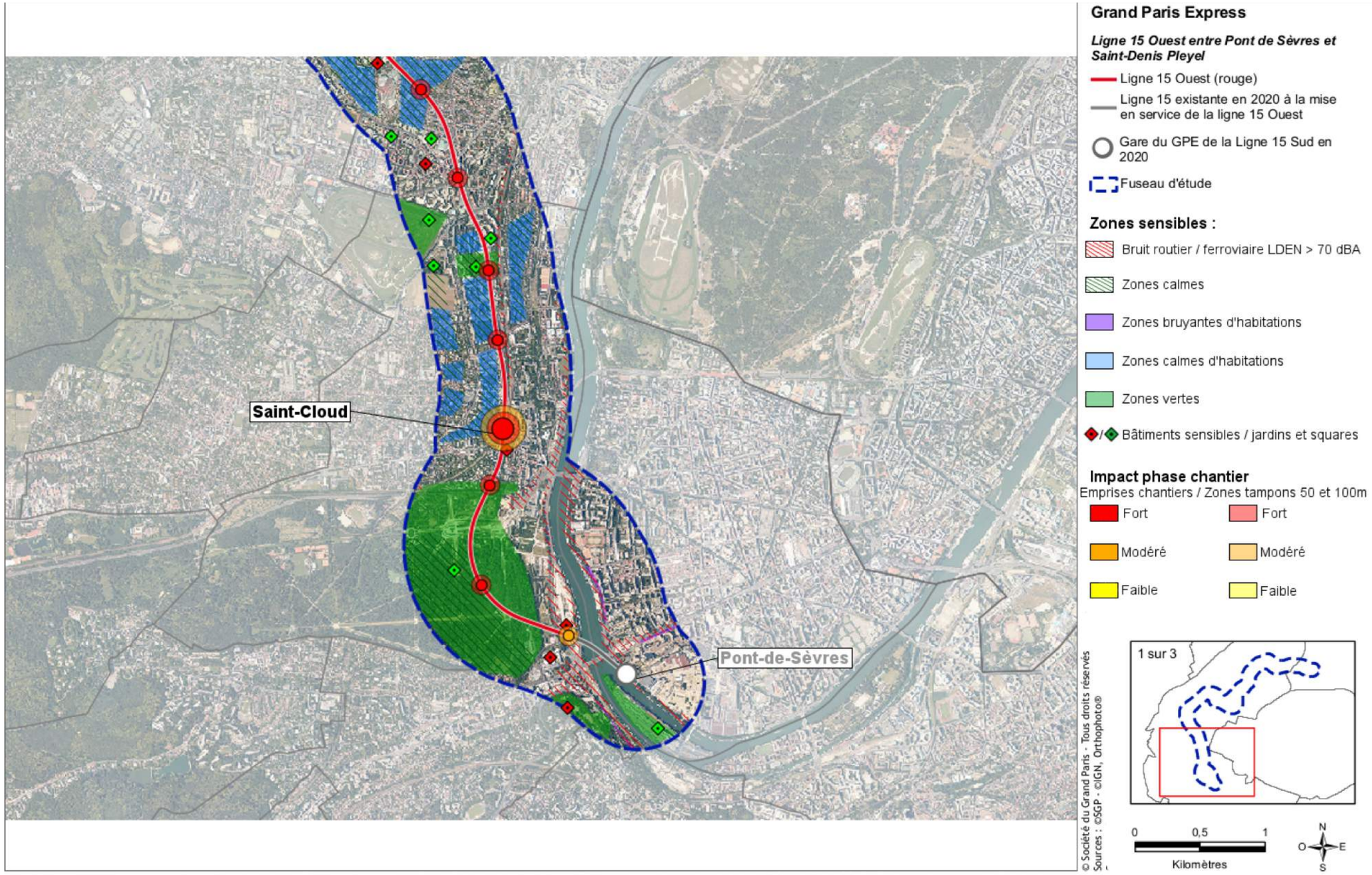
Cette première étude permet d'indiquer qu'à partir d'une distance de 35 mètres entre l'ouvrage de ventilation et une zone sensible au bruit, le risque d'impact sonore par rapport aux valeurs limite de la réglementation, est très faible. Pour des distances plus faibles, des dispositifs de protection comme présentés avant s'avéreront nécessaires.

En conclusion, le fonctionnement des ouvrages de ventilation ne présente pas d'enjeux forts. Néanmoins, la réalisation de modélisations sur la base des études d'Avant-Projet permettra de définir les dispositifs techniques nécessaires pour éviter des impacts sur le bruit dans les zones sensibles.

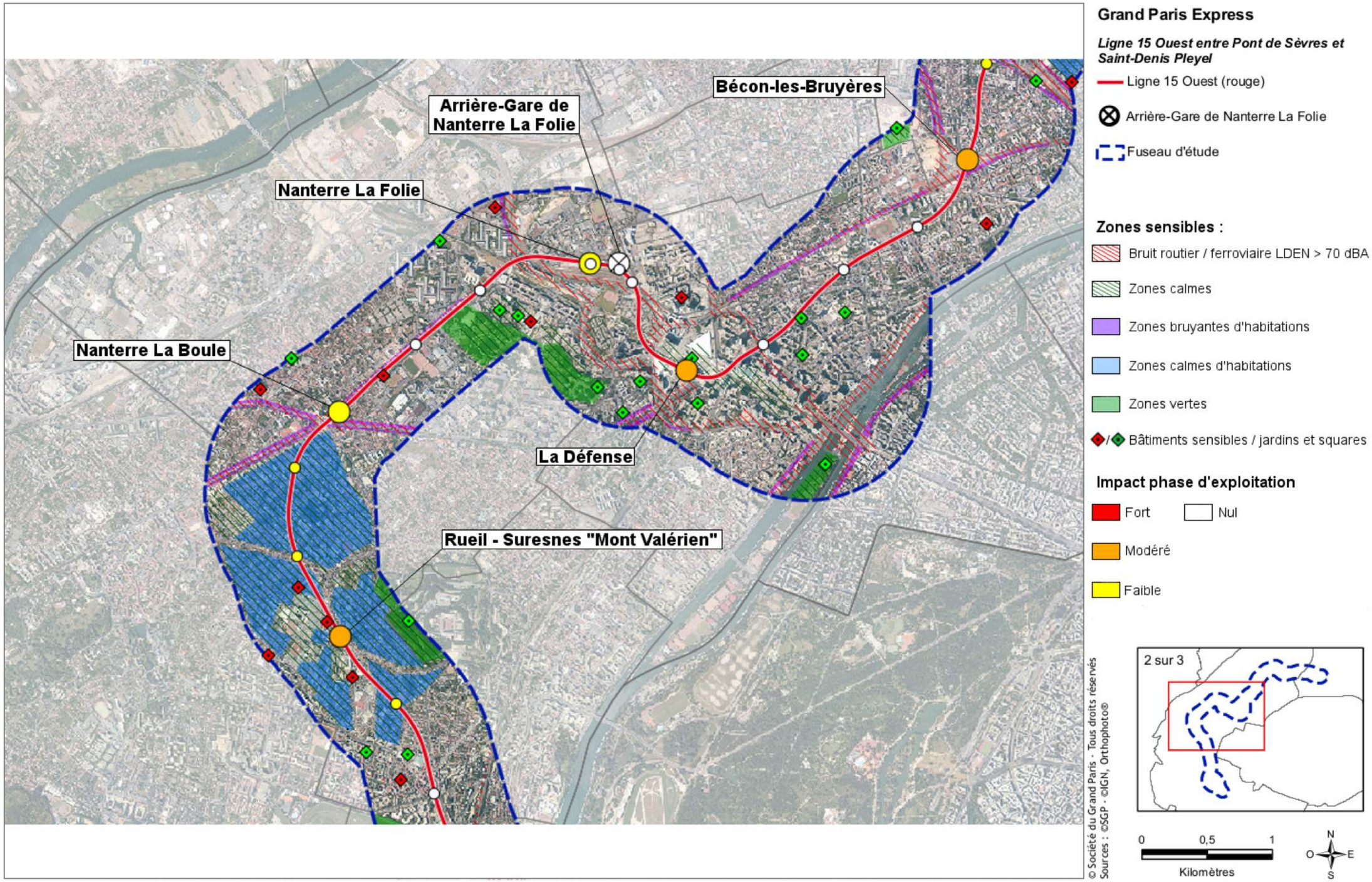
3.18.4.4 Synthèse des impacts en phase exploitation

Les cartes ci-après croisent les impacts sonores identifiés en phase exploitation au regard des points ci-dessus avec les zones sensibles localisées lors de l'analyse de l'état initial (pièce G1).

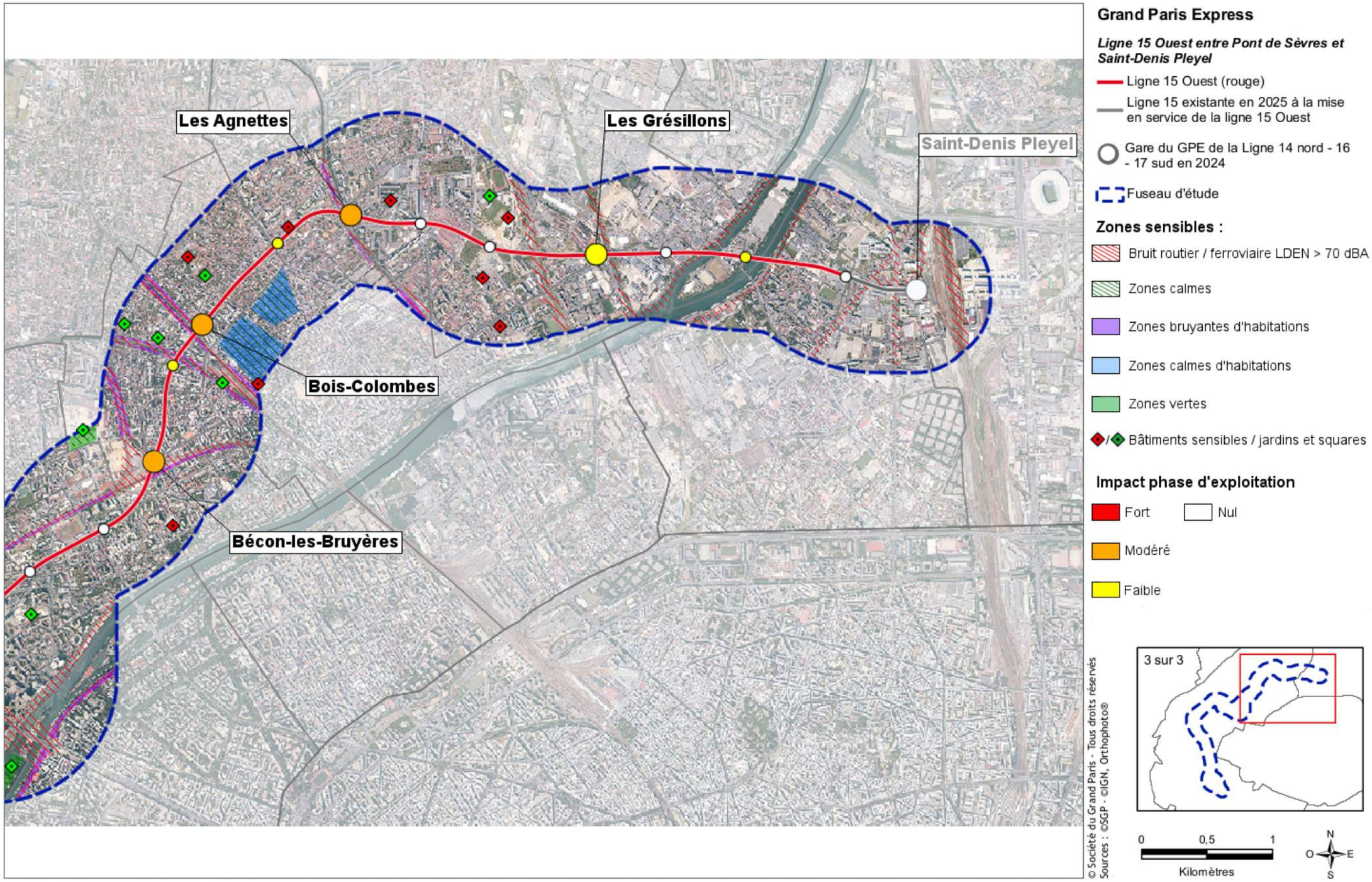
Synthèse des impacts sonores liés à la phase exploitation sur les zones sensibles – secteur Pont de Sèvres – Nanterre la Boule



Synthèse des impacts sonores liés à la phase exploitation sur les zones sensibles – secteur Nanterre la Boule - Bécon les Bruyères



Synthèse des impacts sonores liés à la phase exploitation sur les zones sensibles – secteur Bécon les Bruyères – Saint-Denis-Pleyel



3.18.5 Synthèse des impacts et mesures d'accompagnement concernant l'environnement sonore

Secteurs concernés	***Niveau d'enjeu***	***Caractéristiques et niveau de l'impact***		***Mesures mises en œuvre***
Section Pont de Sèvres – Nanterre la Boule »	Présence d'habitat dense en zone d'ambiance sonore assez calme sur toute la section	Phase Chantier	Fort du fait d'un environnement sonore préexistant calme et de nombreux riverains à proximité des ouvrages émergents	**PHASE CHANTIER** **Mesures d'évitement et de réduction** Méthodes constructives de parois moulées Restriction des horaires de chantier et respect des plannings de travaux Adapter l'organisation des zones de chantier Mise en place de supports de communication adaptés **Mesures de suivi** Présence d'agents de proximité sur les chantiers **PHASE EXPLOITATION** **Mesures d'évitement et de réduction** Conception de la structure des locaux techniques pour contenir les nuisances sonores Isoler les équipements techniques Élaboration d'une charte architecturale Concertation avec les acteurs locaux Aménagement de pôles bus et réaménagement des liaisons bus Implantation des ouvrages de sécurité à plus de 8 mètres des façades avec fenêtres L'installation des ventilateurs sur des amortisseurs Mise en place de filtres pour réduire les niveaux de bruit Élaboration de modélisations sonores
		Phase Exploitation	Impacts nuls à faibles pour les ouvrages annexes et les équipements techniques des gares selon environnement sonore initial et proximité riverains	
			Pour les gares : impacts indirects modérés en raison de l'accessibilité moyenne, des aménagements prévus aux alentours des gares et de la présence d'un établissement hospitalier pour la gare de Saint Cloud	
	Habitat localement très impacté par le bruit routier, en particulier au Sud et à l'Est de cette section (N118, A13, Quais de Seine, D910 et D907)	Phase Chantier	Impact modéré car le bruit généré par le trafic routier masquera partiellement les impacts sonores des chantiers mais ceux-ci ne doivent pas détériorer l'environnement sonore pour des riverains déjà fortement soumis au bruit routier (zones de PNB)	
	Présence d'établissements hospitaliers à Saint Cloud	Phase Chantier	La phase chantier de la gare de Saint Cloud aura un impact fort en raison de la grande proximité avec les établissements hospitaliers	
	Présence d'établissements scolaires dans le secteur des gares de Saint Cloud et de Rueil-Suresnes « Mont Valérien »	Phase Chantier	La phase chantier des gares aura un impact sonore faible à modéré sur les établissements scolaires identifiés car ceux-ci sont situés à plus de 100m des gares	
	Zones calmes au niveau du parc de Saint Cloud et du Mont Valérien	Phase Chantier	Fort en phase chantier pour le parc de Saint Cloud en raison de la localisation de 2 ouvrages au sein du Parc.	
		Phase Exploitation	Impacts faibles pour les ouvrages annexes prévus dans le parc de Saint Cloud	
		Phase chantier / phase exploitation	Nul pour le Mont Valérien en raison de son éloignement avec le projet	
Section Nanterre la Boule - Bécon les Bruyères	Présence d'habitat dense sur toute la section sauf localement à Nanterre avec la présence de plusieurs zones économiques et industrielles	Phase Chantier	Faible à Modéré en phase chantier car l'environnement sonore est assez bruyant et les ouvrages sont bien localisés	
			Fort pour la Gare de Nanterre la Boule et Bécon les Bruyères car les riverains sont très proches et pour l'arrière gare de Nanterre la Folie réalisée en tranchée	
		Phase Exploitation	Impacts nuls à faibles pour les ouvrages annexes et les équipements techniques des gares	
			Pour les gares : impacts indirects faibles en raison bonne accessibilité aux gares et environnement sonore initial assez bruyant sauf pour la gare de Bécon les Bruyères qui est enclavée	
	Habitat localement très impacté par le bruit routier et ferroviaire, en particulier à Nanterre (N13, RD914, A14, quais de Seine) et à Bécon les Bruyères	Phase Chantier	Modéré car Le bruit généré par le trafic routier et/ ou ferroviaire masquera partiellement les impacts sonores des chantiers mais ceux-ci ne doivent pas détériorer l'environnement sonore pour des riverains déjà fortement soumis au bruit (zones de PNB)	

	Présence d'établissements hospitaliers à Courbevoie et Nanterre	Phase Chantier	Faible car les établissements hospitaliers sont assez éloignés des ouvrages (> 100m)	**Mesures de suivi** Mesures in situ du niveau de bruit
	Zones calmes au niveau du Parc André Malraux mais aussi de l'Esplanade de La-Défense et de nombreux petits parcs urbains	Phase chantier / phase exploitation	Faible car la gare de Nanterre la Défense est réalisée en sous-œuvre, ce qui réduit les nuisances sonores. Le projet n'aura pas d'impacts sonores sur les parcs urbains recensés	
Section Bécon les Bruyères – Saint-Denis-Pleyel	Présence d'habitat dense entre Bécon les Bruyères et Gennevilliers	Phase Chantier	Fort du fait de nombreux riverains à proximité des ouvrages émergents e la présence d'habitats parfois calme	
		Phase Exploitation	Impacts faibles pour les ouvrages annexes et les équipements techniques des gares	
			Pour les gares : modéré en raison d'une accessibilité moyenne aux gares, des aménagements prévus aux alentours des gares et de la présence d'un établissement scolaire proche de la gare des Agnettes	
	Présence d'un établissement scolaire dans le secteur de la gare des Agnettes	Phase Chantier	La phase chantier des gares aura un impact modéré car l'établissement est situé à plus de 60m de la future gare	
	Habitat localement très impacté par le bruit routier et ferroviaire, en particulier à Saint Denis.	Phase Chantier	Modéré car Le bruit généré par le trafic routier et ferroviaire masquera partiellement les impacts sonores des chantiers mais ceux-ci ne doivent pas détériorer l'environnement sonore pour des riverains déjà fortement soumis au bruit (zones de PNB)	
	Zones à caractère industriel entre Gennevilliers et Saint Denis	Phase Chantier	Impact faible à modéré du fait de l'éloignement de riverains et la situation des ouvrages en zone à caractère industriel	
			Impact fort pour les chantiers des ouvrages 322 et 330 à cause de la grande proximité des riverains et d'une école à Saint Denis	
		phase exploitation	Impacts nuls à faibles pour les ouvrages annexes et les équipements techniques des gares	
			impacts indirects faibles pour la gare des Grésillons située en zone à caractère industrie	
	Peu de zones calmes hormis un quartier résidentiel calme à Bois-Colombes et quelques parcs urbains.	Phase chantier / phase exploitation	Faible car les zones calmes identifiées sont assez éloignés des ouvrages de la ligne (> 100m)	

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.18.6 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

Coûts des mesures – Phase chantier

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Mesures d'évitement	Intégré au coût global des travaux
Ecran/ Murs anti-bruit autour des emprises de chantier	200 à 400 euros /m^2
- Traitement des installations techniques - Capotages / Ecrans acoustiques - - Silencieux - Anti-vibratiles…	200 à 400 euros /m^2 De 800 à 4000 euros l'unité (Le coût est très variable selon la taille de la section et la longueur des baffles) Dépend de la performance souhaitée , à partir de 30 euros / plot anti-vibratiles
Plan de communication à l'égard des riverains	Intégré au coût des travaux
Monitoring acoustique des chantiers	Intégré au coût des travaux

Coûts des mesures – Phase exploitation

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Mesures d'évitement	Intégré au coût global des travaux
- Traitement des installations techniques - Capotages / Écrans acoustiques - Silencieux - Anti-vibratiles…	De quelques centaines d'euros l'unité pour des petits silencieux jusqu'à plusieurs dizaines de milliers d'euros pour un silencieux de puits de ventilation. Le coût est très variable selon la taille de la section et la longueur des baffles
- Écran visuel végétalisé	200 à 300 euros /m^2

3.19 Vibrations

Aujourd'hui, la prise en compte des émissions de vibrations par les projets représente une problématique de plus en plus étudiée, notamment lors d'une intervention dans des zones urbaines particulièrement denses telles qu'en Ile-de-France.

Ce chapitre s'attache à définir les principaux impacts et recommandations à mettre en œuvre quant aux nuisances émises par le projet de Ligne 15 Ouest sur le territoire traversé.

3.19.1 La définition de seuils limite pour les vibrations

Le cadre référentiel proposé dans la présente étude d'impact liée à l'exploitation de la Ligne 15 Ouest du Grand Paris distingue les effets suivants :

- Gêne potentielle des occupants en raison de la perception tactile des vibrations,
- Gêne potentielle des occupants en raison du bruit solidien[32] réémis à l'intérieur des bâtiments, suivant les périodes nocturnes et diurnes et la destination du bâtiment,
- Perturbation potentielle des activités et/ou équipements particulièrement sensibles aux vibrations.

Ces trois effets sont détaillés ci-après.

3.19.1.1 Gêne des occupants par perception tactile des vibrations

La gêne occasionnée sur les occupants par perception tactile des vibrations est définie au travers des valeurs recommandées dans la version de 1989 de la norme ISO 2631-2 relative à « l'évaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps » dans les bâtiments.

Ces valeurs bien que disparues dans la version de 2003 de la même norme sont très souvent utilisées en France (en l'absence de norme nationale ou texte réglementaire), mais également en Suède et aux États-Unis.

Dans la version de 1989 de la norme ISO 2631-2, les valeurs sont exprimées en termes de facteur multiplicateur de la « courbe de base » (seuil) en-dessous de laquelle le risque de plaintes est considéré négligeable.

Ce seuil, exprimé en vitesse, étant constant et égal entre 8 et 80Hz (pour un type de bâtiment), les valeurs retenues sont exprimés en mm/s de vitesse particulaire sur la bande de 8 à 80 Hz. Ces limites s'appliquent aux vitesses particulaires sur le plancher, près du centre, dans la direction verticale.

Type de bâtiment	*Période d'exposition*	*Vitesse particulaire en mm/s*	*Vitesse particulaire en dBv[33] réf 5.10-8 m/s*
Zones e travail sensibles (hôpitaux, laboratoires, etc…)	Jour et nuit	0.1	66
Zones résidentielles	Jour Nuit	0.2 0.14	72 69
Bureaux	Jour et nuit	0.4	78
Ateliers	Jour et nuit	0.8	84

Valeurs seuils de vitesse particulaire recommandées pour l'évaluation de l'exposition des occupants aux vibrations globales du corps (valeur retenue pour les fréquences comprises entre 8 et 80Hz)

Nota : Les Basses Fréquences sont retenues pour définir les seuils vibratoires, car ces dernières sont les plus émergentes d'un spectre ondulatoire large.

De manière plus concrète, et à titre d'exemple, la hiérarchisation les niveaux de vitesses particulaires en dBv et les réactions associées des individus les percevant sont caractérisées dans le tableau suivant :

Vitesse particulaire en dBv	*Perception*	*Réponse des individus*
90	Forte	Panique – Plainte
80	Moyenne	Inquiétude – Plainte
70	Moyenne-Faible	Plaintes de certains riverains
66	Faible-Négligeable	Pas de perception vibratoire, mais bruit solidien perceptible – Vigilance pour les hôpitaux
60	Négligeable	Bruit solidien perceptible par les individus
50	Aucune	Pas de perception des vibrations et du bruit solidien

Perception des vitesses vibratoires par les individus au moment du passage d'un train

Aussi, le seuil de 66 dBv correspond globalement **au seuil de perception humaine**.

[32] *La notion de bruit soliden est expliquée dans le volet « Vibrations » du rapport 1/3 : Etat Initial de l'Environnement*

[33] *dBv : Décibel lié à une vibration*

3.19.1.2 Gêne des occupants par perception du bruit solidien

Les seuils fixés pour déterminer la gêne des occupants percevant le bruit solidien, émis au sein d'un bâtiment sont issus de recommandations de l'OMS et intègre également certaines valeurs seuil proposées par le guide « Transit Noise and Vibration Impact Assessment » de la Federal Transit Administration des Etats-Unis (pour les bâtiments ayant une activité spécifique).

Ils peuvent concerner :

- Le niveau de bruit *moyen* pondéré (indice L_{pAeq}), mesuré sur les périodes jours (de 7h à 22h) et de nuit (22h-7h),

Et/ou

- Le niveau de pression acoustique maximal (indice L_{pASmax}) tel qu'il serait mesuré au passage d'un métro à proximité, en considérant une constante de temps correspondant à une période d'une seconde.

Type de lieu	***Période d'observation***	***Valeur limite de vitesse particulaire***
Résidences, hôpitaux, maisons de retraite, écoles maternelles, crèches	Jour Nuit	L_{pASmax} = 40 dBA L_{pASmax} = 35 dBA
Salles de classe, tribunaux, salles de conférences	Jour	L_{pAeq} = 35 dBA L_{pASmax}= 40 dBA
Studios d'enregistrement, studios TV, auditoriums, salles de concert	Jour et nuit	L_{pASmax} = 25 dBA
Théâtres, cinémas	Jour et nuit	L_{pASmax}= 30 dBA
Bureaux	Jour et nuit	L_{pAeq} = 40 dBA
Centres commerciaux, ateliers	Jour et nuit	L_{pAeq} = 50 dBA

Valeurs de seuils acoustiques relatifs au bruit solidien

3.19.1.3 Perturbations du fonctionnement des équipements sensibles

Pour évaluer les risques de perturbations dans le fonctionnement d'équipements sensibles aux vibrations, il est nécessaire de connaître :

- La localisation des équipements,
- Leur type,
- Et, le cas échéant, les spécifications vibratoires du fabricant de l'équipement.

Dans le cas où ces exigences des équipements ne seraient pas connues des propriétaires, un jeu de courbes génériques VC (Vibration Criterion curves) applicables à des classes d'équipement ou d'activités existe et permet de définir qualitativement le niveau admissible par l'équipement.

3.19.1.4 Les seuils liés aux structures et au bâti

La circulaire du 23 juillet 1986 évoquée plus haut prescrit un ensemble de règles techniques pour le mesurage et l'évaluation des risques d'apparition de désordres structurels sur les constructions générées par les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, et propose un jeu de valeurs limites selon le type de constructions classées par niveau de vulnérabilité, la bande de fréquences où apparait la fréquence d'excitation dominante et pour deux types de sources (sources continues ou sources impulsionnelles).

Cette circulaire ne peut être mentionnée qu'à titre informatif, car les infrastructures de transport ferroviaire ne figurent pas dans la liste des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Toutefois, à l'instar de normes nationales en Europe applicables au cas du trafic ferroviaire (norme allemande DIN4150-3 :1999, norme suisse SN 640 312:1978), les valeurs limites en-dessous desquelles il y a absence de risques de dommages structurels aux bâtiments sont très au-dessus des seuils appliqués pour évaluer le risque de gêne des occupants (entre 3 et 8 mm/s pour une construction sensible, soit près de plus de 10 fois le seuil admissible pour les occupants).

En d'autres termes, le respect des valeurs seuil conduisant à un risque négligeable de plaintes liées à la perception tactile des vibrations globales du corps telles que définies plus haut, permet de garantir l'absence de risques de dommages aux constructions liés aux vibrations.

3.19.2 Rappel des enjeux

Pour rappel, les zones sensibles du territoire ont été déterminées dans le cadre de l'état initial de la présente étude d'impact selon trois principaux critères :

- **Sensibilité géologique aux vibrations** : zones de remblais et carrières souterraines,
- **Sensibilité des bâtiments aux vibrations** (en raison de fondations profondes),
- **La présence d'établissements plus sensibles** (centres hospitaliers).

Cette démarche dans l'état initial a permis d'identification des enjeux du territoire de la ligne 15 Ouest :

- Section Pont de Sèvres – Nanterre la Boule :
  - Présence d'anciennes carrières souterraines de calcaires grossiers,
  - Présence de bâtis de grande hauteur associés à des infrastructures souterraines,
  - Présence d'établissements sensibles à proximité du fuseau.
- Section Nanterre la Boule – Bécon les Bruyères :
  - Concentration de bâtis de grande hauteur associés à des infrastructures souterraines (quartier de Nanterre - La Défense),
  - Présence d'une zone de remblais admettant des bâtis hauts et des fondations profondes,
  - Présence d'établissements sensibles à proximité du fuseau.
- Section Bécon les Bruyères – Saint-Denis Pleyel :
  - Présence de quelques ouvrages souterrains dont notamment les réseaux TRAPIL et SIAAP au niveau de Gennevilliers, L'Ile-Saint-Denis et Saint-Ouen.
  - Présence d'établissements sensibles à proximité du fuseau.

L'analyse des impacts du projet porte sur les effets temporaires liés à la phase de construction des ouvrages de la ligne 15 Ouest, et en phase d'exploitation avec le passage de trains.

3.19.3 Impacts et mesures en phase chantier

En phase chantier, il convient de distinguer les travaux liés à la construction du tunnel aux travaux liés à la construction des ouvrages comme les gares.

3.19.3.1 Les impacts potentiels liés aux travaux des gares

Pour la construction des gares, il a été retenu la technique de construction des parois moulées. Cette méthode permet d'une part d'éviter les opérations de rabattements de nappes souterraines, mais également de limiter de manière très importante les vibrations liées à la phase de construction.

En effet, le creusement du sol pour l'implantation de la paroi se fait grâce à la technique présentée ci-dessous. Il n'est donc pas prévu les autres méthodes comme le battage de palplanches qui induisent des vibrations pour descendre les parois dans le sol.

La mise en place des parois moulées constituent la structure de chacune des gares.

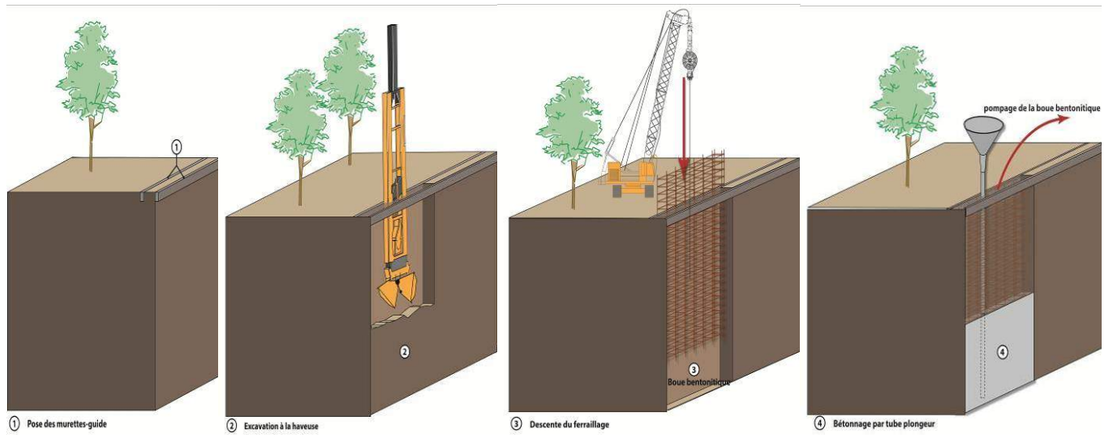


Schéma de principe de la technique de la paroi moulée

La mise en œuvre de cette technique permet de limiter de manière très importante les éventuelles vibrations liées à la phase de chantier. Elle est considérée comme une mesure d'évitement.

Les impacts liés à ces travaux de construction des gares sont considérés comme faibles.

3.19.3.2 Les impacts potentiels liés aux travaux de construction du tunnel

Tunnelier

Pour la construction du tunnel, il est prévu le recours au tunnelier.

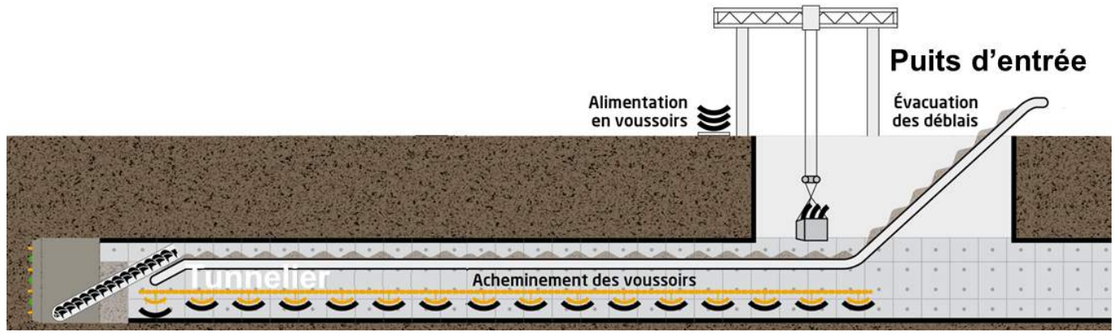


Schéma conceptuel de fonctionnement d'un tunnelier

Cette technique présente de nombreux avantages notamment pour limiter les effets potentiels sur la stabilité des sols, ou sur le fonctionnement des nappes souterraines.

Elle permet également de limiter les nuisances en surface, d'une part du fait du creusement en profondeur, et d'autre part du fait du type de creusement proposé. Le tunnelier assure la pressurisation du front de taille et la mise en place rapidement de voussoirs en béton avec injection de mortier permet d'assurer la stabilité du tunnel.

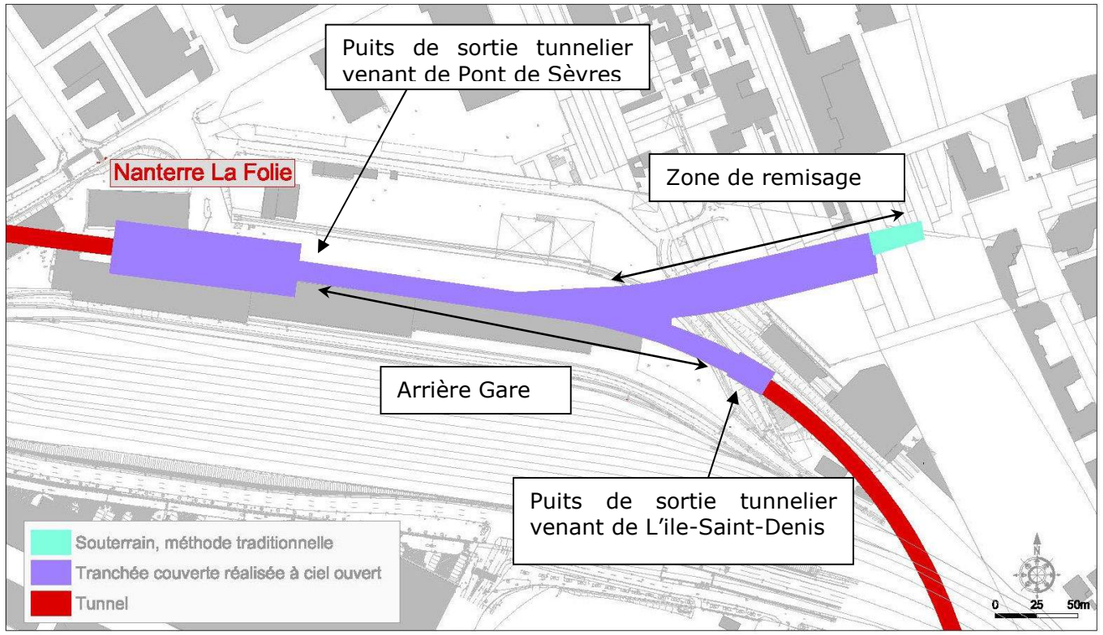
Les retours d'expérience sur la réalisation de plusieurs ouvrages ces 30 dernières années en région parisienne (Ligne 14 entre la gare de Lyon et La Madeleine, métro Ligne 12 entre la Porte de la Chapelle et la Mairie d'Aubervilliers, prolongement de la Ligne RER D, tramway T6 présentant une partie souterraine à Viroflay), **tous implantés à environ 20 mètres sous le terrain naturel, montrent l'absence de nuisances perceptibles en surface générées par le creusement au tunnelier**.

Pour le creusement à proximité d'anciennes carrières, des mesures spécifiques de confortement sont prévues et seront mises en œuvre avant le passage du tunnelier. Ces phases de comblement et d'injection du sous-sol permettront ainsi d'assurer la stabilité des sols et d'éviter les impacts potentiels liés à la présence de vides. Ces mesures sont précisées dans cette étude d'impact dans la rubrique spécifique sur les anciennes carrières au niveau du volet Géologie.

Dans certains cas ponctuels, où la géologie présente des spécificités ou lorsque le tunnel est plus proche de la surface, il sera possible de ressentir au niveau du sol, des vibrations. La vitesse d'un tunnelier étant d'environ de 8 à 14 mètres par jour, ces effets seront temporaires. Ils dureront éventuellement entre 2 et 3 jours pour un bâtiment ponctuel donné.

La mise en œuvre de cette technique permet de limiter de manière très forte l'émission de vibrations, elle peut être considérée comme une mesure d'évitement.

Tranchée couverte au niveau de l'arrière gare de Nanterre La Folie



Représentation schématique des méthodes constructives des ouvrages de l'arrière-gare de Nanterre La Folie

Pour **une section de 300 à 400m de l'arrière gare de Nanterre la Folie**, la technique de construction de l'ouvrage sera exceptionnellement (au niveau de la Ligne 15 Ouest) celle de la méthode traditionnelle de tranchée couverte réalisée à ciel ouvert. Cette méthode n'est pas plus génératrice de vibrations que celle associée au tunnelier mais une analyse des cibles sensibles du secteur est nécessaire pour estimer les impacts vibratoires. Il se trouve que les principaux bâtiments du secteur ne sont pas inscrits en proximité immédiate de l'infrastructure.

L'impact est considéré comme négligeable.

Pour **une section de 30m au niveau de la zone de remisage**, la technique constructive mise en œuvre sera celle de la méthode traditionnelle en souterrain. Cette technique est préconisée afin de limiter les impacts sur le parc Nelson Mandela au droit de l'ouvrage (éviter une emprise chantier dans un parc récemment créé). **De fait, en l'absence de bâtis en surface, les vibrations générées ponctuellement et temporairement ne seront pas à même de perturber significativement le rythme de vie des populations.**

Bilan des impacts temporaires

Les impacts liés à ces travaux de creusement du tunnel sont considérés comme négligeables. Toutefois, pour les secteurs où le tunnel s'inscrit à moins de 20m de profondeur, les impacts peuvent être perceptibles. Il convient de préciser qu'il s'agit d'un ressenti temporaire, limité à la période où le tunnelier est situé dans la zone, estimé à ce stade à environ 2-3 jours.

Mesures proposées pour la phase chantier :

- **Mise en œuvre de techniques constructives spécifiques** à l'image des parois moulées (gares, puits tunnelier, OA) et du creusement au tunnelier (tunnel).

Mesures de suivi proposées :

- **Campagne de communication prévue sur les territoires :** En phase de construction, une information sera apportée aux riverains pour leur indiquer les périodes d'activités en amont de leur réalisation (tracts, publication dans un journal local, rencontre des particuliers par la Société du Grand Paris,…).

- **Mesures de suivi lors des phases de creusement :** Lors des phases de creusement au tunnelier, la Société du Grand Paris prévoit la réalisation de mesures de niveau de vibrations au niveau de la surface pour s'assurer du respect d'un niveau temporaire acceptable (notamment dans les zones où le tunnelier s'inscrit au plus proche du terrain naturel). Pour information, la profondeur du tunnel aux abords des principaux ouvrages de la Ligne 15 Ouest est proposée dans le volet « impacts permanents ».

  En cas de niveaux trop élevés observés, des ajustements peuvent être opérés sur le fonctionnement du tunnelier (réduction de la vitesse…).

3.19.4 Impacts et mesures en phase d'exploitation : évaluation de la sensibilité vibratoire

L'approche proposée ci-dessous correspond à une analyse qualitative, basée sur un retour d'expérience des principaux projets de transports en commun en souterrains menés en Ile-de-France depuis 30 ans.

Dans les étapes ultérieures, des modélisations seront réalisées dans les étapes ultérieures du projet pour évaluer de manière plus précise les niveaux potentiels de vibrations liés l'exploitation du métro. A ce stade d'avancement des études, les éléments présentés permettent de mesurer la sensibilité du territoire quant aux vibrations.

L'approche qualitative proposée ci-dessous s'effectue donc sur la base d'une reconnaissance de la profondeur du tunnel, puisque c'est cette dernière qui conditionne principalement la perception des impacts en aérien.

3.19.4.1 Analyse qualitative de la sensibilité vibratoire sur la base de la profondeur du tunnel

Les profondeurs indiquées en mètre dans le tableau ci-dessous correspondent à la distance entre le toit du tunnel et le terrain naturel.

Une distinction a été faite sur la base de cette distance :

- Distance supérieure à 20m : impacts négligeable à nul,
- Distance comprise entre 20m et 15m : impacts faibles,
- Distance comprise entre 15m et 10m : impacts modérés,
- Distance inférieure à 10m : impacts forts.

Cette notation permet de se rendre compte des secteurs où la sensibilité est la plus importante.

Profondeur du tunnel au niveau des principaux ouvrages de la Ligne 15 Ouest

Zones du territoire	*Profondeur moyenne du toit du tunnel par rapport au TN*
Abords de l'OA 231 (Ile de Monsieur)	25 m
Abords de l'OA 232	35 m
Abords de l'OA 233	35 m
Abords de la gare de Saint-Cloud Transilien	20 m
Abords de l'OA 241	22 m
Abords de l'OA 242	30 m
Abords de l'OA 243	20 m
Abords de l'OA 244	26 m
Abords de la gare de Rueil-Suresnes Mont Valérien	18 m
Abords de l'OA 251	33 m
Abords de l'OA 252	12 m
Abords de la gare de Nanterre-la-Boule	22 m
Abords de l'OA 261	29 m
Abords de l'OA 262	23 m
Abords de la gare de Nanterre-la-Folie	18 m[34]
Arrière gare de Nanterre-la-Folie et remisage	18 m
Puits de sortie tunnelier	15 m
Abords de l'OA 271	22 m
Abords de la gare de La Défense (commerces les 4 temps)	Secteur particulier en de l'inscription de la gare sous le parking du centre commercial
Abords de l'OA 281	12 m
Abords de l'OA 282	17 m
Abords de l'OA 283	23 m
Abords de la gare de Bécon les Bruyères	24 m
Abords de l'OA 291	37 m
Abords de la gare de Bois-Colombes	30 m
Abords de l'OA 301	32 m
Abords de la gare Les Agnettes	23 m
Abords de l'OA 311	24 m
Abords de l'OA 312	21 m
Abords de la gare Les Grésillons	18 m
Abords de l'OA 322	32 m
Abords de l'OA 323 – Puits d'entrée du tunnelier	25 m
Abords de l'OA 330	25 m

Ces éléments montrent que le tunnel de la ligne 15 Ouest ne présente pas une distance entre le toit de l'ouvrage et le terrain naturel inférieur à environ 12m, quel que soit la section analysée. Sur la majorité de son linéaire, le tunnel s'inscrit en moyenne à 20 mètres de profondeur.

Nota : Le choix de la profondeur du tunnel est conditionné par :

- *L'éloignement de fondations profondes de bâtiments,*
- *L'existence de réseaux de canalisations dans le sous-sol,*
- *La recherche de couches géologiques adaptées pour le creusement au tunnelier, et la tenue des sols au-dessus,*
- *L'évitement lorsque cela est possible d'éléments sensibles géologiques comme les anciennes carrières, ou des vides dans le sous-sol.*

Aussi, les principales zones de sensibilité identifiées quant à la profondeur du tunnel sont :

- Une section située entre la gare de Rueil-Malmaison et Nanterre-la-Boule, lié à la topographie du secteur qui nécessite le passage du tunnel plus proche du terrain naturel,
- Une section autour du secteur de la Défense,
- Le secteur de la Défense, du fait de la présence de nombreuses fondations profondes des tours de grande hauteur.

[34] *Nanterre la Folie : Secteur gare fortement remblayé dans le cadre du projet (remblais de l'ordre de 5 à 6m)*

3.19.4.2 Analyse qualitative de la sensibilité vibratoire sur la base des caractéristiques géologiques du sol, de la présence de bâti et de la profondeur du tunnel

Dans le cadre de l'exploitation d'un métro à roulement fer, la circulation des trains sur la voie ferrée (contact rail / roue) peut être génératrice de vibrations. Par ailleurs, lorsque ces vibrations du sous-sol se transmettent à des structures de bâtiments (par les fondations, par exemple), cela peut également donner lieu à une émission de bruit générée par la mise en vibration d'éléments de la structure des bâtiments concernés (phénomène de « bruit solidien »).

Pour cette analyse, il est donc nécessaire d'étudier les relations entre le tunnel, les ouvrages, le sous-sol et la surface. Par section, les impacts vibratoires en phase d'exploitation seront étudiés en croisant :

- Les secteurs où le tunnel présent une <u>profondeur inférieure à 20 mètres</u> : vibrations non perçues au-delà de 20 mètres, selon les différents retours d'expérience des projets de transport en commun souterrains menés ces 30 dernières années en région Ile-de-France,

- Les secteurs présentant une <u>sensibilité particulière aux vibrations</u> (remblais, carrières souterraines,…) déterminés au sein de l'état initial (pièce G.1).

La profondeur du tunnel par rapport au terrain naturel a été défini selon différents critères : caractéristiques des couches géologiques, présence de fondations, de réseaux.

<u>Section Pont de Sèvres – Nanterre la Boule</u>

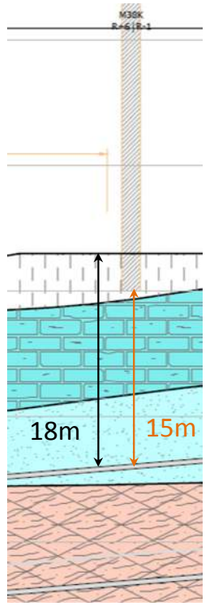
Sur cette section, trois zones apparaissent sensibles aux vibrations en phase d'exploitation :

- Les abords de la gare de Saint-Cloud : le toit du tunnel a été mesuré à 20 mètres au-dessus du TN. Il s'agit d'une zone de carrières souterraines sensibles aux vibrations, en raison de la présence de calcaires et de vides. Dans ce secteur, les carrières feront l'objet de mesures spécifiques de confortement mises en œuvre avant le passage du tunnelier, évoquées dans le volet « Géologie ». Deux établissements hospitaliers y sont également recensés à proximité du tracé de référence.

  La mise en œuvre de mesures spécifiques pour le confortement des anciennes carrières existantes, et le choix retenu pour la profondeur du tunnel, permettent de réduire le niveau de sensibilité du secteur. **Elle est considérée comme faible dans cette zone.**

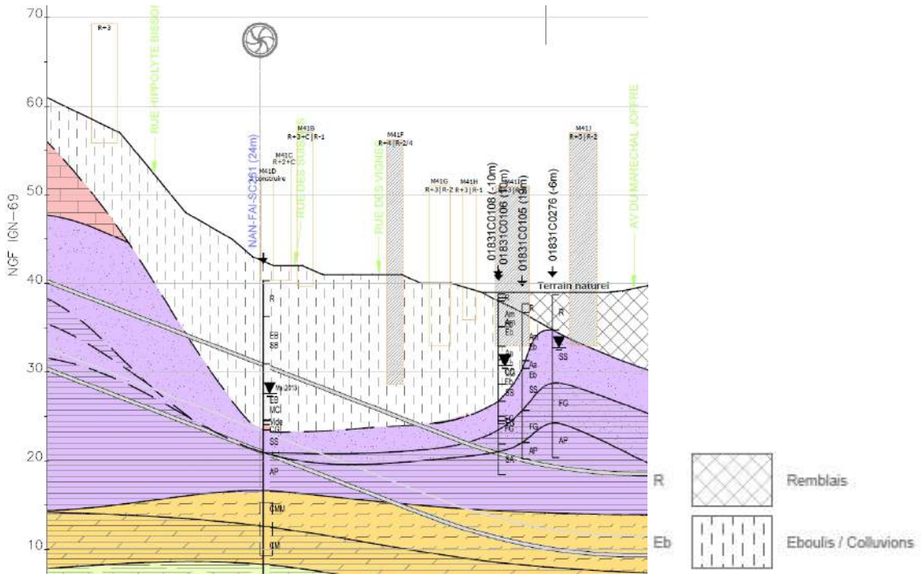
- Les abords de la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien » : Le toit du tunnel est mesuré à 18m sous le TN. Ce secteur admet un bâtiment de grand hauteur (et de fondations profondes), un seul niveau de sous-sol y a été identifié. Ce bâtiment est localisé au niveau de la Rue des Houtraits.

  En raison de la profondeur du tunnel et de la présence d'un bâti haut, la sensibilité vibratoire sur cette zone est considérée comme modérée.



Distance entre le toit du tunnel, le TN et le radier des sous-sols

- Les abords de l'OA n°252, où la profondeur du tunnel est d'environ 12 mètres. Dans cette zone, aucun établissement sensible n'est recensé. Néanmoins, plusieurs bâtiments de grande hauteur admettant jusqu'à 4 niveaux de sous-sol y sont recensés, construits sur une zone à forte pente, sur des colluvions et éboulis (zones « souples » de faible niveau pressiométrique).



Coupe géologique des abords de l'OA n°252

En raison de la profondeur du tunnel et des caractéristiques du secteur (présence de bâtiments admettant plusieurs niveaux de sous-sol et des fondations profondes, secteur sur remblais en pente de l'ordre de 7%), la sensibilité vibratoire liée à l'exploitation du réseau est considérée comme forte dans cette zone.

<u>Section Nanterre la Boule – Bécon les Bruyères</u>

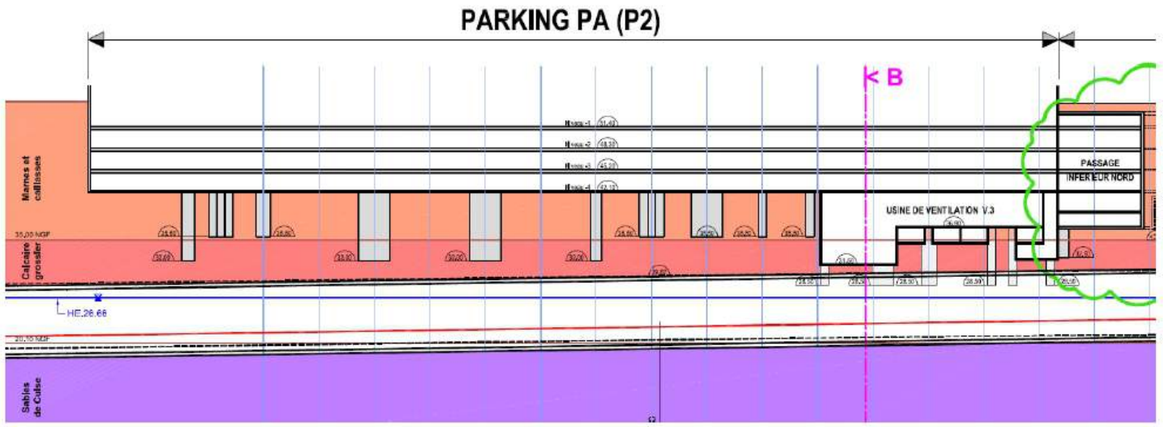
Dans ce secteur, le toit du tunnel a été mesuré à :

- 18m sous le TN aux abords de la gare de Nanterre la Folie. Ce secteur n'est pas considéré comme une zone sensible en raison de l'absence de bâti aux fondations profondes au droit du tunnel.
  En raison de la faible profondeur du tunnel, la sensibilité vibratoire liée à l'exploitation du réseau a été considérée comme faible.

- Environ 18m sous le TN au niveau de l'arrière gare de Nanterre la Folie et du centre de remisage. Ce secteur n'est pas considéré comme sensible en l'absence de bâtis aux fondations profondes.
  En raison de la profondeur du tunnel et de l'absence de paramètre sensible, la sensibilité vibratoire liée à l'exploitation du réseau a été considérée comme faible.

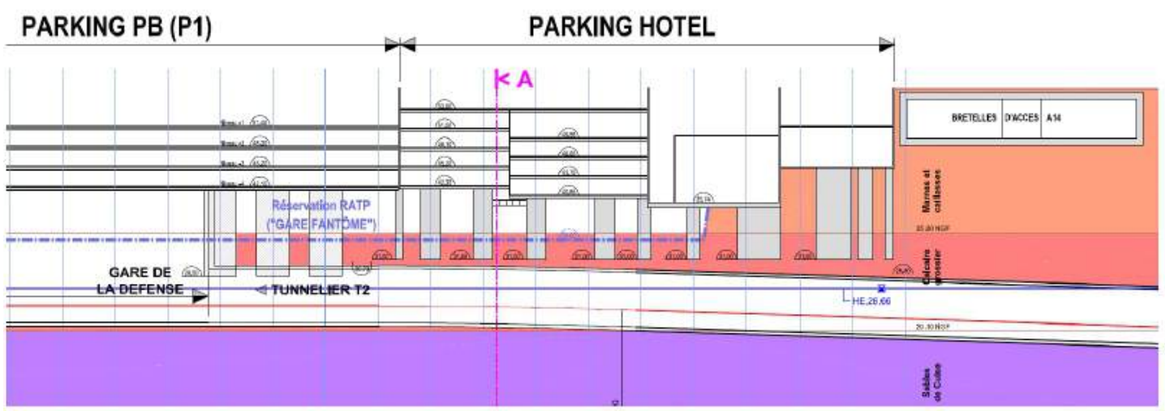
- A environ 15m sous le TN aux abords du puits de sortie du tunnelier venant du Nord de la Ligne à Nanterre la Folie. Ce secteur n'est pas considéré comme sensible en l'absence de bâtis aux fondations profondes.
  En raison de la profondeur du tunnel et de l'absence de paramètre sensible, la sensibilité vibratoire liée à l'exploitation du réseau a été considérée comme faible.

- 25 m sous le TN, au niveau de la gare de La Défense inscrite dans le parking souterrain du centre commercial des 4 temps. À l'Ouest et à l'Est de la gare de la Défense, le tunnel passe notamment sous plusieurs fondations de parkings souterrains ainsi que sous l'usine de ventilation V3, avec une faible couverture entre la clé de voute du tunnel et l'assise des différentes fondations. Des travaux de confortement et de reprises en sous-œuvre préalables sont donc prévus sur ce secteur.

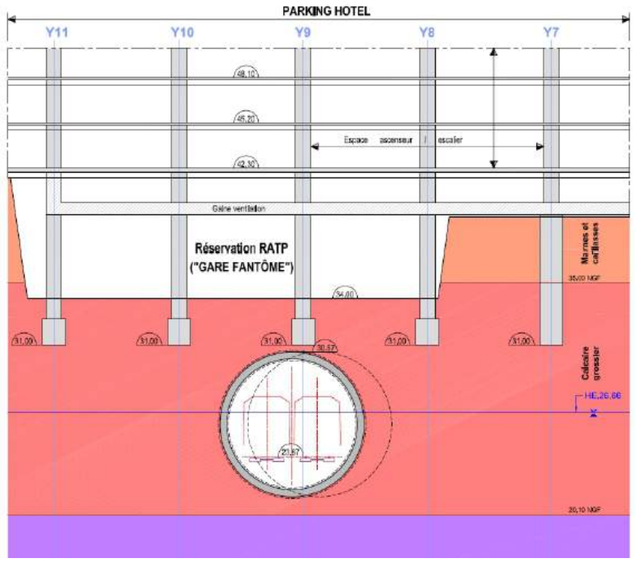


<u>Nota</u> : en vert à droite de la coupe, une zone d'incertitude liée à la profondeur des ouvrages est identifiée dans les conclusions des études préliminaires approfondies

<u>Profil en long</u> du tunnel à l'ouest de la Gare de la Défense, avec représentation des fondations du parking PA (P2) et de l'usine de ventilation V3



<u>Profil en long</u> du tunnel à l'Est de la gare de la Défense, avec représentation des fondations des parkings à proximité du tunnel



<u>Coupe en travers</u> du franchissement du tunnel sous les fondations du « parking hôtel »
(la position du tunnel avant modification du tracé dans le cadre des compléments des études préliminaires approfondies est représentée en pointillé)

Bien que le tunnel s'inscrive à 25m sous le TN, ce dernier s'implante en proximité immédiate des fondations de parkings et de bâtis à l'Ouest ainsi qu'à l'Est du secteur de la Défense.

Au vu de la densité exceptionnelle de bâtis et d'ouvrages souterrains, la sensibilité vibratoire liée à l'exploitation du réseau est considérée comme forte dans cette zone.

- Les abords de l'OA n°281, où le toit du tunnel s'inscrit à 12 mètres en dessous du TN. Cette zone, fortement urbanisée, présente une sensibilité particulière aux vibrations du fait de la présence d'une couche de remblais de 5 à 6 mètres d'épaisseur. Elle n'est néanmoins pas marquée par la présence d'établissements hospitaliers ou de bâtis de grande hauteur au droit du tunnel.

  En raison de la profondeur du tunnel et de la présence d'une couche importante de remblais (caractérisant une zone sensible, cf. pièce G.1), la sensibilité vibratoire liée à l'exploitation du réseau est considérée comme forte dans cette zone.

- À environ 17m aux abords de l'OA 282. Or ce secteur est correspond à une zone sensible en raison de la présence de bâtis hauts sur remblais importants.

  En raison de la profondeur du tunnel et de la présence d'une couche importante de remblais admettant des bâtis hauts, la sensibilité vibratoire liée à l'exploitation du réseau est considérée comme modérée dans cette zone.

<u>Section Bécon les Bruyères – Saint-Denis Pleyel</u>

Sur cette section, le tunnel s'inscrit en moyenne à 26 mètres de profondeur.

Aux abords de la gare des Grésillons, le toit du tunnel a été mesuré à 18 mètres sous le TN. Néanmoins, cette zone n'admet pas de centre hospitalier ou de bâtiments à fondations profondes.

En l'absence de centre hospitalier ou de fondations profondes dans cette zone, et au vu de la profondeur du tunnel, la sensibilité vibratoire liée à l'exploitation du réseau a été considérée comme faible.

3.19.4.3 Bilan des zones de sensibilité vibratoire de la ligne 15 Ouest

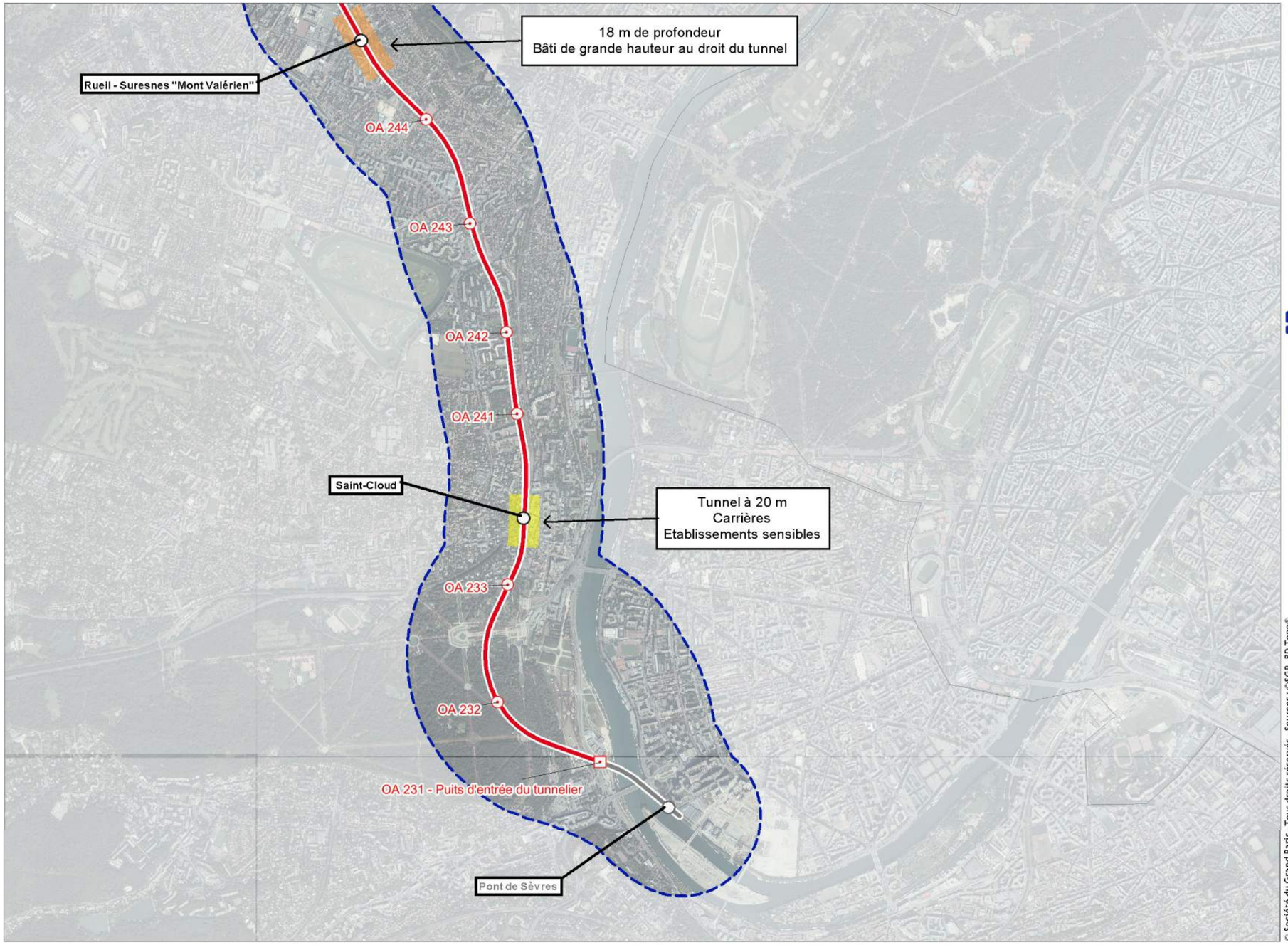
La carte page suivante permet d'illustrer les zones de sensibilité du territoire à l'impact vibratoire occasionné par l'exploitation de la Ligne 15 Ouest.

Sur la base d'une analyse qualitative (qui se voudra d'être renforcée par une approche quantitative), les principaux secteurs d'impacts déterminés sont les suivants :

Bilan du niveau d'impact sur la base d'une analyse qualitative

Zones du territoire	***Niveau de sensibilité***
Abords de la gare de Saint-Cloud Transilien	Faible
Abords de la gare de Rueil-Suresnes Mont Valérien	Modérée
Abords de l'OA 252	Forte
Abords de la gare de Nanterre-la-Folie	Faible
Arrière gare de Nanterre-la-Folie	Faible
Puits de sortie tunnelier	Faible
Abords de la gare de La Défense (commerces les 4 temps)	Forte
Abords de l'OA 281	Forte
Abords de l'OA 282	Modérée
Abords de la gare Les Grésillons	Faible

Sections homogènes de sensibilités vibratoires – Secteur de Saint-Cloud



Grand Paris Express

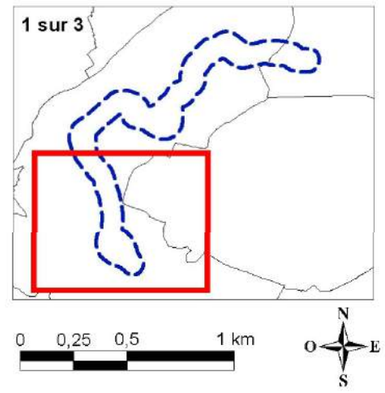
Ligne 15 Ouest entre Pont de Sèvres et Saint-Denis Pleyel

- Ligne 15 Ouest (rouge)
- Ligne 15 existante en 2020 à la mise en service de la Ligne 15 Ouest
- Gare du GPE
- Gare du GPE de la Ligne 15 Sud en 2020
- Ouvrage annexe (OA)
- Puits d'entrée et/ou de sortie de tunnelier et ouvrage annexe après travaux
- Fuseau d'étude

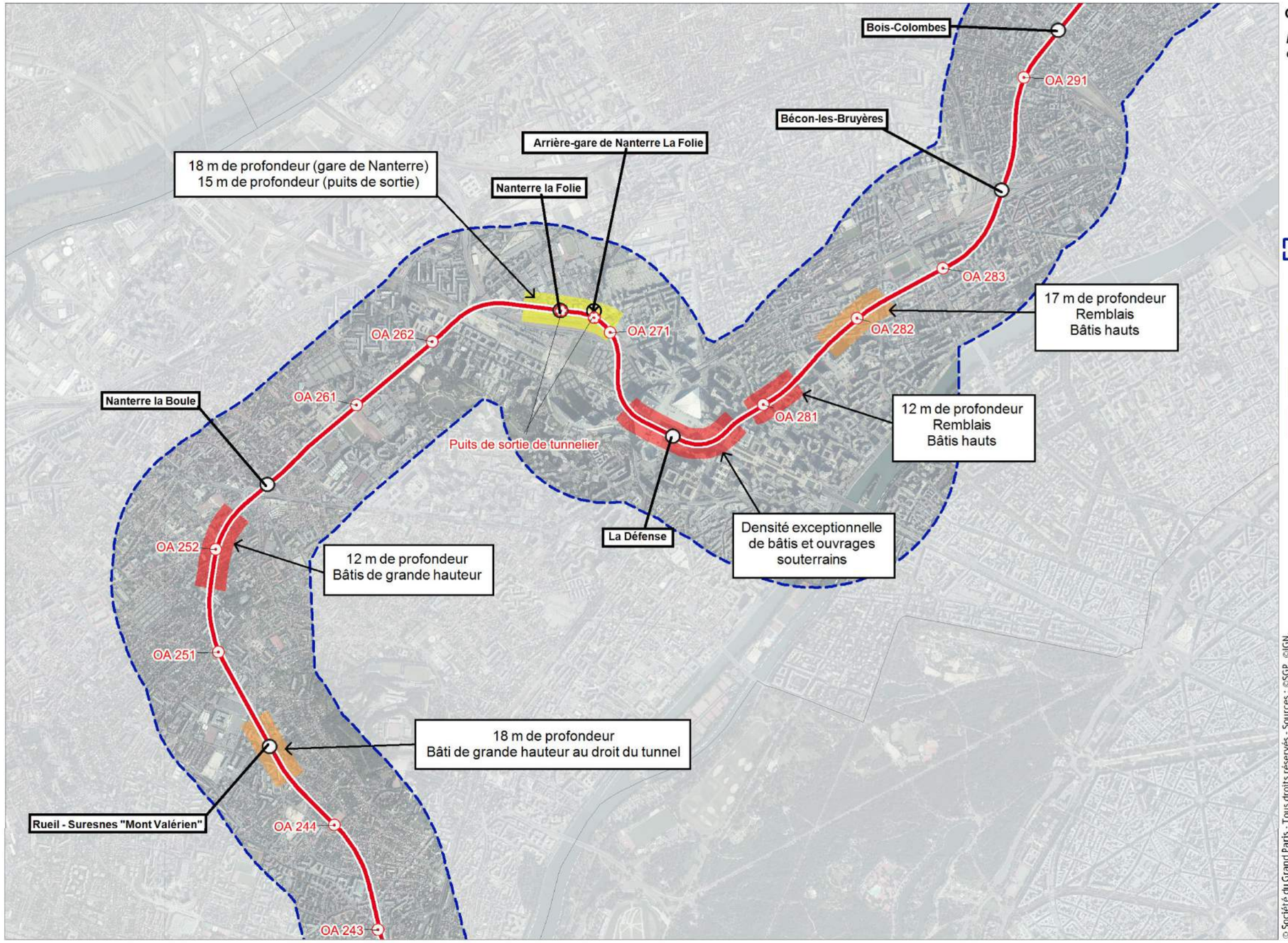
Impacts

- Impact faible
- Impact modéré

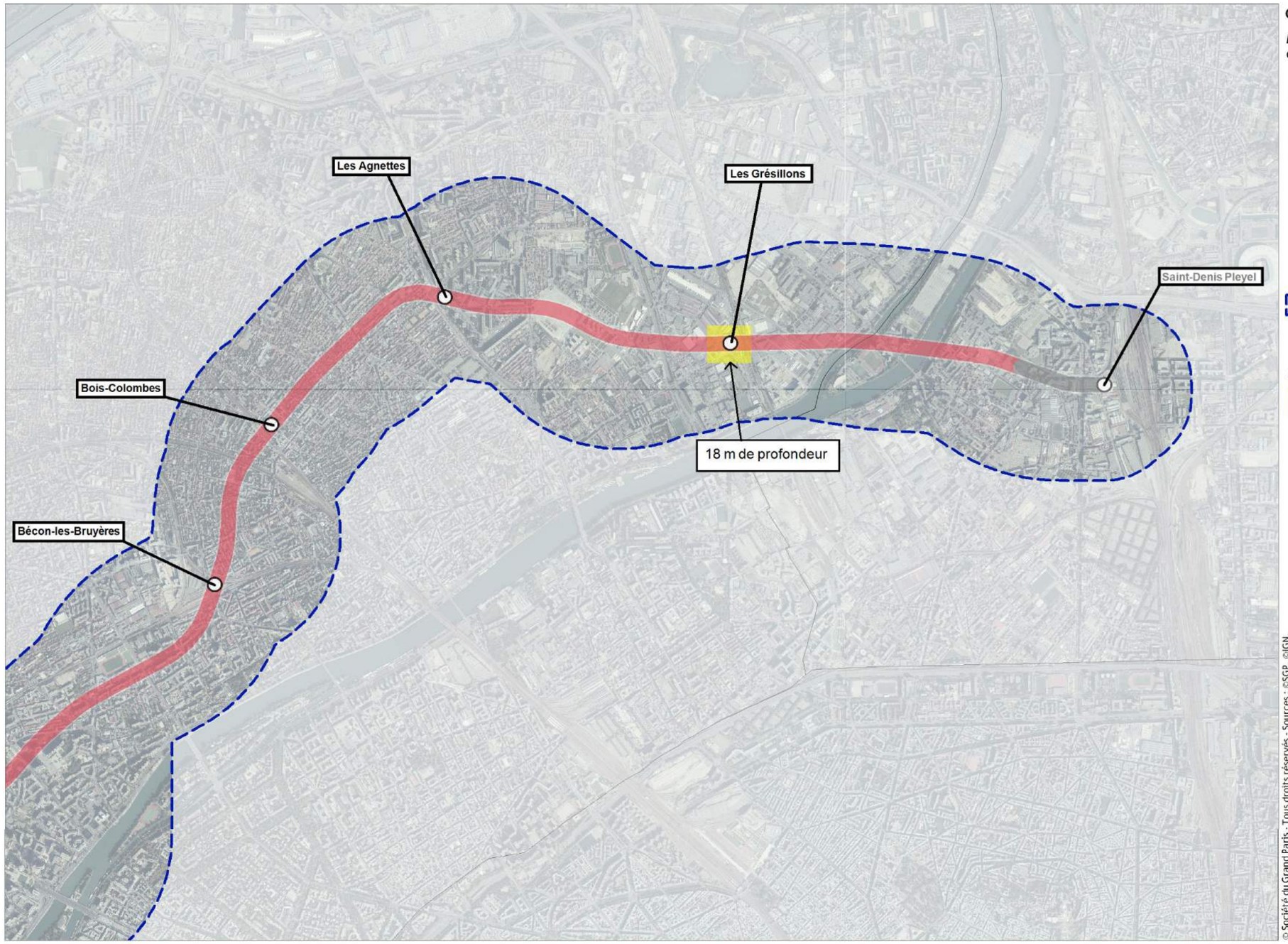
© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, BD Topo® et orthophoto®, Aléas PPRI Ile-de-France - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014



Sections homogènes de sensibilités vibratoires – secteur La Défense



Sections homogènes de sensibilités vibratoires – secteur Gennevilliers



Grand Paris Express

Ligne 15 Ouest entre Pont de Sèvres et Saint-Denis Pleyel

Zone de passage préférentiel de la Ligne 15 Ouest issue du schéma d'ensemble du Grand Paris

Zone de passage préférentiel de la ligne existante en 2025 à la mise en service de la Ligne 14 Nord-16-17Sud-Ouest issue du schéma d'ensemble du Grand Paris

Gare de la ligne 15 Ouest

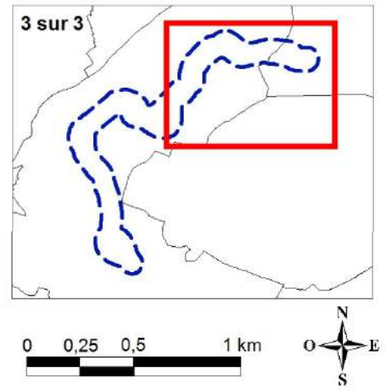
Gare étudiée dans le cadre du dossier de la Ligne 14 Nord-16-17Sud

Fuseau d'étude

Impacts

Impact faible

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Orthophoto®, Aléas PPRI Ile-de-France - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014



3.19.4.4 Mesures d'accompagnement concernant la phase d'exploitation

Mesures proposées pour la prise en compte de la sensibilité vibratoire

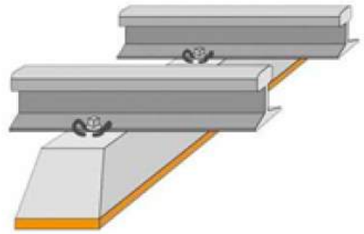
- **Réalisation de modélisations vibratoires** : Dans les étapes ultérieures (post-DUP), des modélisations vibratoires seront réalisées. Elles aborderont les vibrations en tant que telles ainsi que les bruits solidiens.

  Il s'agira de s'assurer aux abords des secteurs aux impacts pressentis du niveau précis potentiel attendu pour les vibrations. Elles concerneront notamment, les secteurs où des impacts forts, modérés et faibles ont été identifiés sur la base de l'analyse qualitative menée au sein du présent volet, et notamment :

  - Le secteur de Rueil-Suresnes « Mont Valérien »,
  - Les abords de l'OA 252,
  - Le secteur de La Défense.
  - Le secteur relatif aux OA 281 et 282

  Dans les secteurs où un impact faible a été estimé, une modélisation sera entreprise afin de proposer une référence aux autres sections de même sensibilité, de préférence au sein d'une zone de sensibilité au regard d'un établissement sensible.

- **Dispositifs techniques de réduction des vibrations :** Dans le cas où les niveaux vibratoires modélisés seraient élevés sur certaines sections de la Ligne 15 Ouest, des dispositifs spécifiques pourront être mis en place au niveau des voies de roulement.

Descriptif	***Illustration***	***Atténuation vibratoire en dBV***	***Indication du coût de pose***
Tracé avec plaque antivibratile sous les traverses		3 à 5	80€/m

Exemple de dispositif possible pour roulement fer

- **Réalisation de simulations avec mesures *in-situ* avant le démarrage de l'exploitation** : Avant l'ouverture au public du réseau, des essais *in situ* sont prévus pour s'assurer des niveaux de vibrations en surface. Ces essais pourront être réalisés à l'aide d'un train vibreur par exemple, permettant de reproduire le niveau de vibration d'un matériel roulant.

- **Indemnisation des impacts constatés :** En phase d'exploitation**,** si des désordres étaient observés en surface, un dispositif d'indemnisation mis en place par la Société du Grand Paris pourra prévoir une indemnisation des personnes. Cette démarche s'appuie dans un premier temps sur les diagnostics du bâti réalisés avant le démarrage des travaux.

Mesures de suivi

- **Entretien du matériel roulant et de l'infrastructure** : Les performances du matériel roulant évoluent dans le temps, en fil de son utilisation.

  Aussi, dans les premier temps, le matériel roulant proposera un contact rails-roues de faible rugosité (matériel neuf). Au fur et à mesure de son utilisation, l'usure occasionnée par les mouvements répétés du matériel roulant entraînera une dégradation du contact rails-roues et donc une augmentation des vibrations générées.

  De fait, pour limiter les niveaux vibratoires générés par le contact rails-roues, un entretien régulier des trains sera entrepris. Les rails et les roues seront polis afin d'en limiter leur rugosité. Au nécessaire, en cas de dégradations avancées, ces derniers seront changés.

- **Réalisation de mesures en phase d'exploitation** : Des mesures des niveaux vibratoires seront réalisées en phase d'exploitation au niveau de la surface. Il s'agit de s'assurer du niveau atteint par rapport aux résultats des modélisations. Dans le cas où des dépassements importants seront identifiés, des dispositifs pourront être mis en place.

3.19.5 Synthèse des impacts et mesures concernant les vibrations

En phase chantier, les impacts sont jugés sur l'ensemble de la Ligne 15 Ouest faibles pour la réalisation des gares et négligeables pour la réalisation du tunnel. Ils sont occasionnés par les vibrations liées à la construction des ouvrages.

Les impacts en phase exploitation sont synthétisés au sein du tableau suivant.

Impacts et mesures associées - vibrations

<table>
<tr><th>Secteurs concernés</th><th>Sensibilité</th><th>Niveau d'enjeu</th><th>Niveau d'impact et sensibilité</th><th>Mesures mises en œuvre</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule</td><td rowspan="2">Sous-Sol</td><td>Absence de zones de remblais admettant des bâtis hauts et des fondations profondes</td><td rowspan="2"><u>Abords de la gare de Gare de Saint-Cloud</u>

Le tunnel se positionne à environ 20m de profondeur dans un secteur de carrières et de présence d'établissement sensibles</td><td rowspan="8"><u>PHASE CHANTIER</u>

<u>Mesures d'évitement et de réduction</u>

Mise en œuvre de techniques constructives spécifiques

<u>Mesures de suivi</u>

Campagne de communication

Mesures sur site en cours de travaux

<u>PHASE EXPLOITATION</u>

<u>Mesures d'évitement et de réduction</u>

Réalisation de modélisations vibratoires

Dispositifs techniques de réduction des vibrations

Réalisation de simulations avec mesures in-situ avant le démarrage de l'exploitation</td></tr>
<tr><td>Présence d'anciennes carrières souterraines de calcaires grossiers au niveau de Saint-Cloud</td></tr>
<tr><td>Bâtis et réseaux</td><td>Présence de bâtis de grande hauteur associés à des infrastructures souterraines au niveau de Pont de Sèvres, de la gare de Saint-Cloud et de Suresnes</td><td><u>Abords de la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien »</u>

Le tunnel se positionne à 18m de profondeur , Un bâti de grande hauteur est identifié au droit du tunnel</td></tr>
<tr><td>Etablissements sensibles</td><td rowspan="2">Présence d'une clinique et d'un centre hospitalier en proximité de la gare de Saint-Cloud</td><td><u>Abords de l'OA 252</u>

Le tunnel s'inscrit à 12m de profondeur, dans une zone admettant des bâtis de grandes hauteurs</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères</td><td rowspan="2">Sous-Sol</td><td>Sur le reste du linéaire, l'impact est négligeable à nul</td></tr>
<tr><td>Présence d'une zone de remblais admettant des bâtis hauts et des fondations profondes au niveau de Courbevoie</td><td><u>Abords de la gare Nanterre la Folie</u>

Le tunnel se positionne à 18m de profondeur</td></tr>
<tr><td></td><td>Absence de carrières souterraines</td><td><u>Arrière gare de Nanterre la Folie</u>

Le tunnel se positionne à 18m de profondeur</td></tr>
</table>

	Bâtis et réseaux	Présence de bâtis et réseaux dans le secteur Nanterre – La Défense	<u>Puits de sortie du tunnelier de Nanterre</u> Le tunnel se positionne à 15m de profondeur	**<u>Mesures de compensation</u>** Indemnisation des impacts constatés
			<u>Secteur de la gare de La Défense</u> Au vu de la densité exceptionnelle de bâtis et d'ouvrages souterrains, l'impact vibratoire est le plus fort de toute la Ligne 15 Ouest	**<u>Mesures de suivi</u>** Réalisation de mesures en phase d'exploitation
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	Établissements sensibles	Présence de centres hospitaliers sur Courbevoie et Nanterre	<u>Abords de l'OA 281</u> Le tunnel s'inscrit à 12m de profondeur au niveau d'une couche de remblais admettant des bâtis hauts	Entretien du matériel roulant et de l'infrastructure
			<u>Abords de l'OA 282</u> Le tunnel se positionne à 17m de profondeur, au niveau d'une couche de remblais admettant des bâtis hauts	
			Sur le reste du linéaire, l'impact est négligeable à nul	
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	Sous-Sol	Présence d'une zone de remblais admettant des bâtis hauts et des fondations profondes au niveau de Bois-Colombes	<u>Abords de la gare des Grésillons</u> Le tunnel se positionne à 18m sous le TN	
		Absence de carrières souterraines		
	Bâtis et réseaux	Présence de réseaux SIAAP et TRAPIL sur Gennevilliers, l'Ile-Saint-Denis et Saint-Ouen		
	Établissements sensibles	Présence d'une clinique et d'un centre hospitalier sur Asnières et Saint-Ouen	Sur le reste du linéaire, l'impact est négligeable à nul	

<u>Légende :</u>

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.19.6 Coûts liés aux mesures d'accompagnement et de suivi

3.19.6.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Coût des mesures concernant les vibrations – Phase chantier

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Mise en œuvre de techniques constructives spécifiques	Intégré au coût des travaux
Campagne de communication	Intégré au coût des travaux
Mesures sur site en cours de travaux	Environ 4000 euros par site de mesures

3.19.6.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Coûts des mesures – Phase exploitation

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Réalisation de modélisations sur les zones homogènes d'impacts vibratoire	Environ 20 000 euros par étude
Dispositifs techniques de réduction des vibrations (rails anti-vibratiles)	Environ 80€/m
Réalisation de simulations avec mesures in-situ avant le démarrage de l'exploitation	Environ 4000 euros par site de mesures
Indemnisation des impacts constatés	En fonction des impacts non éviter
Entretien du matériel roulant et de l'infrastructure	Intégré à l'exploitation de la Ligne
Réalisation de mesures en phase d'exploitation	Environ 4000 euros par site de mesures

3.20 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.

3.20.1 Impacts et mesures en phase chantier

3.20.1.1 Impacts

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 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 qui seront mis en œuvre pour la Ligne 15 Ouest ne sont pas encore définis. Ils seront alimentés par plusieurs moteurs, tout comme le train suiveur possédant des moteurs électriques de moindre puissance.

En termes d'ondes électromagnétiques, les émissions de ces moteurs restent compatibles avec les valeurs de référence indiquées dans la pièce G.1 de l'étude d'impact, 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 sont situés sur la base chantier. Leur nature étant inconnue, il est impossible de définir des impacts. Ils sont toutefois jugés négligeables à nuls

3.20.1.2 Mesures d'accompagnement concernant la phase chantier

Mesures d'évitement et 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, aéroport,…).

3.20.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

Les impacts relatifs aux ondes électriques et magnétiques émises lors de la phase d'exploitation ont été évalués à partir d'une modélisation du matériel roulant.

L'objectif de cette modélisation a été d'analyser l'impact électromagnétique de l'extension de cette Ligne 15 Ouest par simulation :

- Le niveau du champ électromagnétique a été calculé à l'intérieur de la rame, afin de savoir si les passagers ne seraient pas exposés à des valeurs de champs supérieurs aux niveaux recommandés,

- Le niveau de champ électromagnétique a également été calculé à l'extérieur du tunnel.

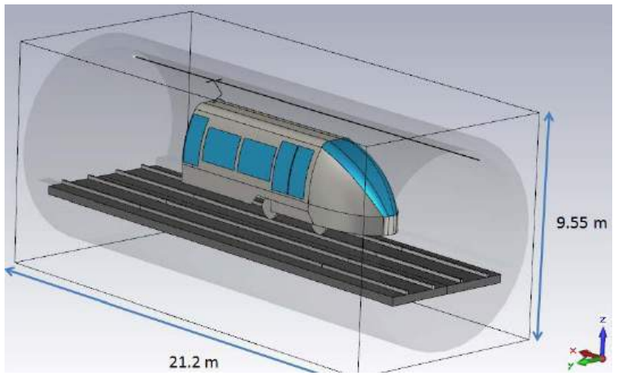
L'étude s'est faite en deux temps :

- Dans un premier temps, elle s'est attachée à évaluer la valeur des champs électrique et magnétique émis par l'alimentation de la rame effectuée par une caténaire (DC, 1 500 V, 800 A).

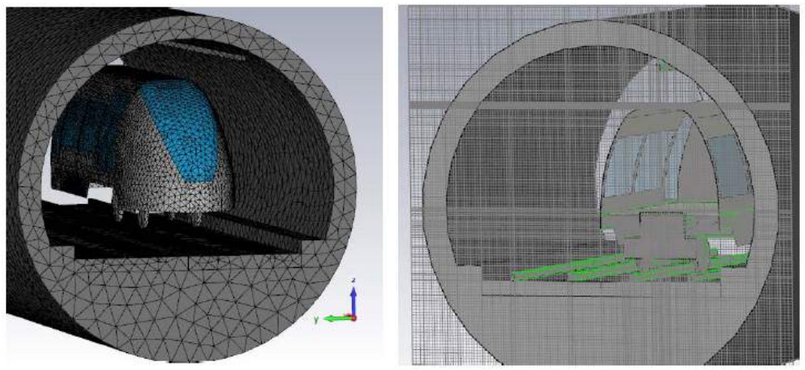
- Dans un second temps, elle a tenté d'évaluer le rayonnement émis par les antennes UHF de communication (TETRA, GSM-R).

3.20.2.1 Principe de simulation

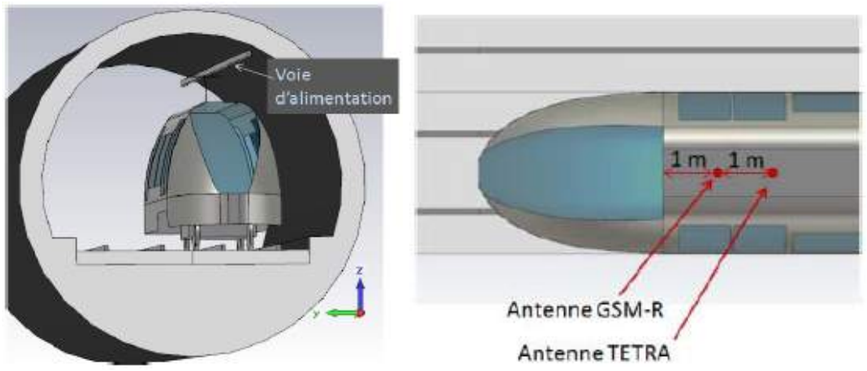
Une configuration a été modélisée soit une situation en tunnel pour la totalité de la rame.



Représentation du modèle d'une section en tunnel



Représentation du maillage dans le cas de la simulation du rayonnement de la voie d'alimentation (à gauche) et dans la cas dans le cas de la simulation du rayonnement des antennes (à droite)



Alimentation de la rame (à gauche) et emplacement des antennes UHF sur le toit de rame (à droite)

La précédente figure montre l'alimentation de la rame la caténaire. La tension d'alimentation est de 1500 V CC. Le courant d'alimentation est de 800 A.

3.20.2.2 Valeurs de recommandation

Les équipements présents en bord de voie, sur le quai, à proximité de la voie ou proche du tunnel doivent supporter au moins 20 V/m pour les matériels les plus robustes, et 10 V/m pour les autres, aux fréquences de fonctionnement des antennes.

Concernant le champ magnétique, deux limites sont applicables : 30 A/m et 300 A/m à la fréquence du réseau, suivant l'endroit où est installé l'équipement. Les niveaux dépassant ces limites devront faire l'objet d'analyses complémentaires et nécessiteront de prendre des dispositions.

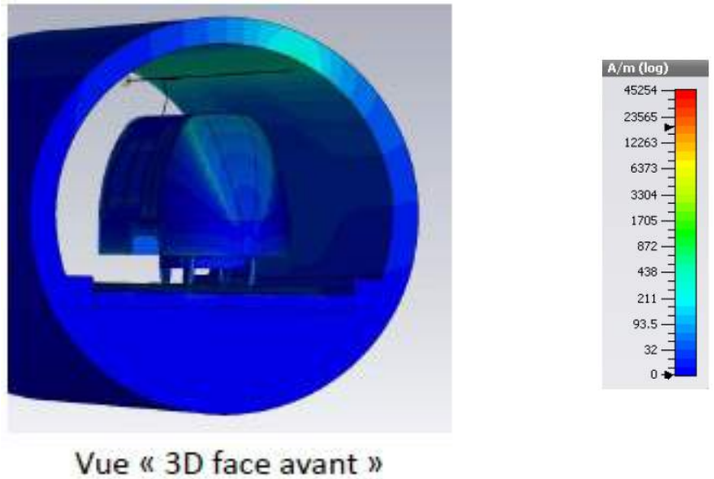
Le tableau ci-dessous indique les niveaux maximums recommandés des champs E/H émis relatif à l'exposition du public, d'après la Recommandation 1999/519/CE.

Standards / Fréquence		Champ E (V/m)		Champ H (A/m)	
		Efficace	Max.	Efficace	Max.
DC		N/A	N/A	3.2E4	4.52E4
50 Hz		5000	7071	80	113
TETRA	380 MHz	28	39.6	0.073	0.10
	470 MHz	28.8	40.7	0.080	0.11
GSM-R	876 MHz	40.6	57.5	0.109	0.154
	880 MHz	40.7	57.6	0.109	0.154

Niveaux maximums recommandés des champs E/H émis relatif à l'exposition du public, d'après la Recommandation 1999/519/CE

3.20.2.3 Impacts directs et indirects des émissions de champ magnétique émises par la caténaire

Dans la recommandation 1999/519/CE, il est stipulé que le niveau maximal du champ magnétique perçu doit être en dessous de 45254 A/m.



Champ magnétique émis par la voie d'alimentation au sein du tunnel (à gauche : en 3D face avant et arrière ; à droite : orthogonalement à la voie)

Le niveau de champ magnétique est très largement inférieur au niveau recommandé pour l'exposition du public. Dans cette configuration souterraine, le niveau maximal est toujours situé autour de la voie d'alimentation (caténaire), c'est-à-dire au-dessus de la rame.

La valeur du champ magnétique émis par la voie d'alimentation est de l'ordre de 2000 A/m dans une zone assez proche de la caténaire.

Au-delà d'une distance de 10 cm autour de la caténaire, la valeur du champ magnétique est inférieure à 1000 A/m.

Sur le toit de la rame le champ magnétique est inférieur à 250 A/m.

Dans la zone située en dessous de la rame, la valeur du champ magnétique est inférieure à 200 A/m.

Au centre de la rame, ainsi que sur les autres faces, le champ magnétique est inférieur à 50 A/m.

Conclusion concernant les émissions magnétiques engendrées par la caténaire

Dans la configuration modélisée, les niveaux d'ondes perçus par les usagers au sein de la rame ou sur les quais est très faible, largement en dessous des seuils de la recommandation 1999/519/CE. L'impact sanitaire est donc négligeable à nul.

A l'extérieur de la structure du tunnel, la valeur du champ magnétique est de l'ordre de 150 A/m. En prenant en compte la décroissance du champ lors de sa propagation, ainsi que l'atténuation due au sous-sol, les niveaux dans le cas réel seront moins importants.

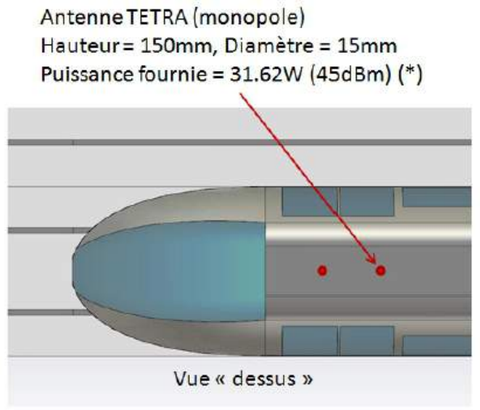
3.20.2.4 Impacts directs et indirects des émissions de champ électrique et magnétique émises par les antennes

Le rayonnement électromagnétique produit par les antennes TETRA et GSM-R, présentes sur le toit de la rame est à présent étudié.

Le modèle de simulation est à nouveau constitué de la structure du tunnel, des rails, et de la rame de métro.

Champs électrique et magnétique générés par l'antenne TETRA

Le système TETRA (TErrestrial Trunked Radio) est un système de radiocommunication numérique mobile bidirectionnel. Pour cette application, les fréquences de fonctionnement du système TETRA sont situées dans la gamme de fréquence 380 MHz - 470 MHz. L'antenne associée à ce système est un monopôle, de diamètre 15 mm et de hauteur 150 mm.



* : ETS 300 392-2 Radio Equipment and Systems (RES); TETRA

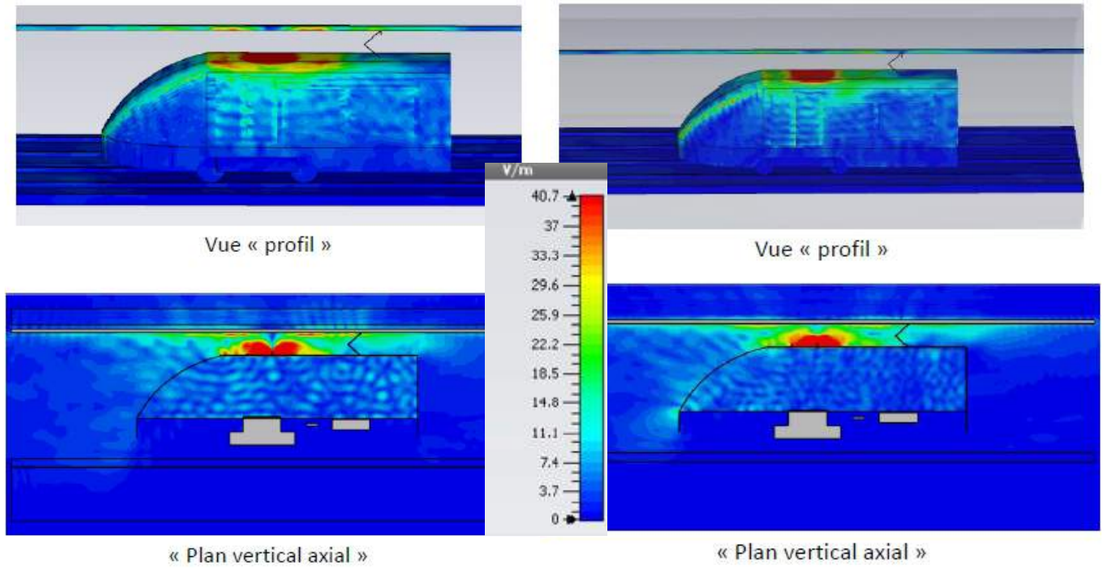
Dimensions et puissance fournie de l'antenne TETRA

Champ électrique

Concernant le champ électriques, les seuils réglementaires pris en compte d'après la Recommandation 1999/519/CE sont :

- Le niveau maximal du champ électrique recommandé de l'exposition du public est de 39.6V/m pour f = 380MHz,
- Le niveau maximal du champ magnétique recommandé de l'exposition du public est de 40.7V/m pour f = 470MHz.

Si dessous sont présentés les résultats du modèle d'émissions de champ électrique pour l'antenne TETRA à 380MHz et 470MHz.



Champ électrique rayonné par l'antenne TETRA, à la fréquence de f = 380MHz (à gauche) et f = 470Mhz (à droite)

Le champ électrique sur le toit de la rame dépasse respectivement 39.6V/m et 40.7V/m (deux cas modélisés) au niveau de la source d'émission. Il se dissipe ensuite avec la distance en surface de la rame.

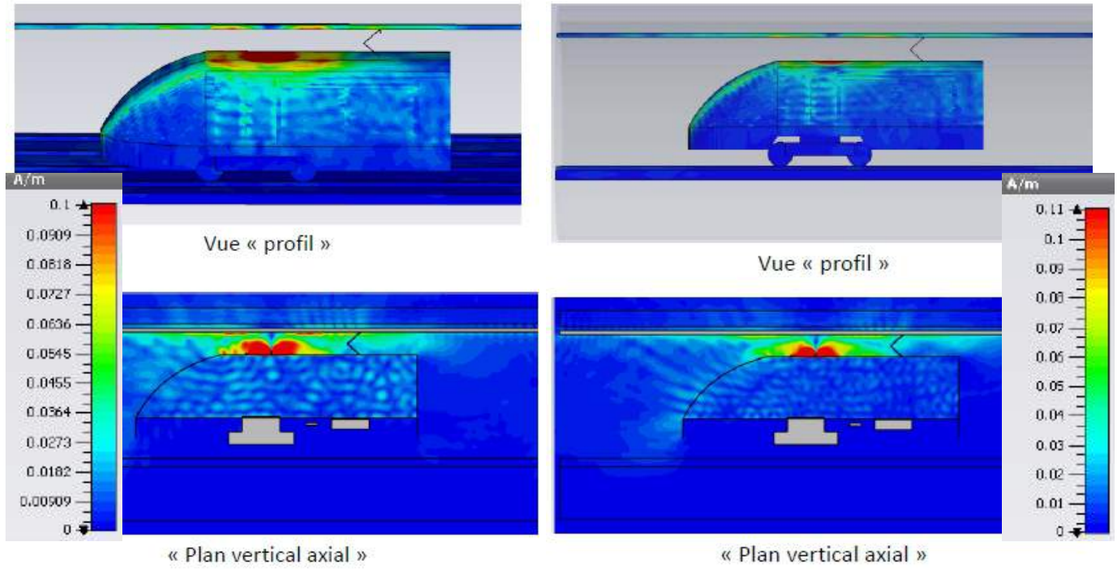
Toutefois, dans la rame, le champ électrique est largement inférieur aux valeurs de la recommandation 1999/519/CE.

Champ magnétique

Concernant le champ magnétique, les seuils réglementaires pris en compte d'après la Recommandation 1999/519/CE sont :

- Le niveau maximal du champ magnétique recommandé de l'exposition du public est de 0.10A/m pour f = 380 MHz,
- Le niveau maximal du champ magnétique recommandé de l'exposition du public est de 0.11A/m pour f = 470 MHz,

Si dessous sont présentés les résultats du modèle d'émissions de champ magnétique pour l'antenne TETRA à 380MHz et 470MHz.



Champ magnétique rayonné par l'antenne TETRA, à la fréquence de f = 380MHz (à gauche) et f = 470Mhz (à droite)

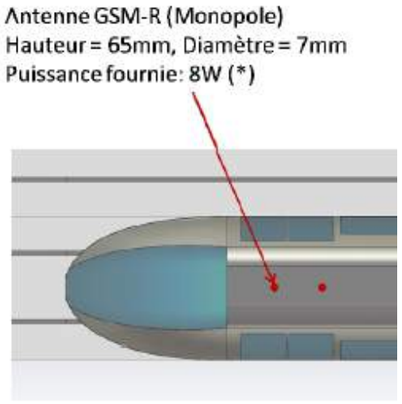
Le champ magnétique sur le toit de la rame dépasse respectivement 0.10A/m et 0.11A/m (deux cas modélisés) au niveau de la source d'émission. Il se dissipe ensuite avec la distance en surface de la rame.

Toutefois, dans la rame, le champ magnétique perçu est largement inférieur aux valeurs de la recommandation 1999/519/CE.

Champs électrique et magnétique générés par l'antenne GSM-R

De manière analogue aux modèles entrepris ci-dessous, une analyse a été faite sur la base d'une antenne GSM-R positionnée sur le toit de rame.

Le système GSM-R (Global System for Mobile communications - Railways) est un standard de communication sans fil basé sur le GSM, et développé spécifiquement pour les communications ferroviaires. Pour cette application, les fréquences de fonctionnement du système GSM-R sont situées dans la gamme de fréquence 876 MHz - 880 MHz. L'antenne associée à ce système est un monopôle, de diamètre 7 mm et de hauteur 65 mm.



* : ECC REPORT 162,(GSM-R, Annex 1)

Dimensions et puissance fournie de l'antenne GSM-R

Les modèles ne sont pas présentés comme pour le cas de l'antenne TETRA, mais les résultats des analyses sont similaires.

En proximité immédiate de l'émetteur, les niveaux de champs sont supérieurs à la Recommandation 1999/519/CE, pour le champ électrique ainsi que pour le champ magnétique.

Par contre, les valeurs de ces derniers sont largement inférieurs aux seuils de la Recommandation 1999/519/CE au niveau des rames ainsi que sur les quais en station.

L'impact sanitaire est donc non négligeable à nul.

3.20.2.5 Conclusions générales de l'étude les impacts directs et indirects

L'impact électromagnétique produit par le matériel roulant de la Ligne 15 Ouest en phase d'exploitation a été évalué par l'intermédiaire des modélisations présentées ci-dessus. Les conclusions suivantes peuvent être avancées :

- En ce qui concerne l'exposition du public aux champs électromagnétiques, la Recommandation 1999/519/CE préconise un niveau maximal de champ magnétique de 45254 A/m à la fréquence du réseau. Les niveaux constatés à l'intérieur et à l'extérieur de la rame, dans la configuration envisagée (souterrain) sont inférieurs à ceux préconisés par la Recommandation 1999/519/CE. En effet, le niveau maximal de champ magnétique est évalué seulement à proximité de la voie d'alimentation électrique, pour une valeur avoisinant 2 000A/m.

  Concernant l'exposition des équipements situés dans une zone proche de la rame, un champ magnétique supérieure à 30 A/m dans la zone entourant la rame est identifié. Il est donc important de connaitre les équipements électriques présents dans cette zone afin de prendre des dispositions permettant d'assurer leur fonctionnement.

  Par ailleurs, le champ magnétique présent à l'extérieur du tunnel est inférieur à 100 A/m.

- Lorsque les antennes sont alimentées à leur puissance maximale, les rayonnements des champs électromagnétiques sont inférieurs aux limites maximales recommandées de l'exposition au public, à l'intérieur de la rame, dans la partie inférieure du tunnel ainsi qu'à l'extérieur. Seule une zone proche de l'antenne sur le toit de la rame présente un niveau supérieur à celui préconisé par la Recommandation 1999/519/CE. Les niveaux constatés dans cette zone sont supérieurs à 10 V/m. Il apparait donc essentiel de connaitre les équipements présents au niveau du toit de la rame afin de prendre des dispositions permettant d'assurer leur bon fonctionnement.

- Enfin, une onde électromagnétique est principalement caractérisée par son amplitude, sa fréquence, son sens et sa direction de propagation, sa polarisation ainsi que sa phase. Sans connaitre ces paramètres, il est difficile de connaitre le résultat de la superposition de deux ondes.

  Si deux ondes électromagnétiques sont émises à la même fréquence et suivant un même sens de propagation, l'amplitude de l'onde résultant de cette superposition varie fortement suivant la valeur du déphasage entre ces deux ondes. Dans le cas où les ondes électromagnétiques sont en opposition de phase, leurs amplitudes sont donc soustraites.

  Dans le cas extrême où les deux ondes sont en phase, leurs amplitudes sont additionnées. Or, en procédant à la somme de la valeur du champ mesuré in-situ et la valeur du champ électromagnétique issu de la simulation, le niveau résultant reste inférieur aux limites sanitaires concernant l'exposition du public présent dans la rame aux champs électromagnétiques fixées par la Recommandation 1999/519/CE.

3.20.2.6 Mesures d'accompagnement concernant la phase exploitation

Les impacts définis à l'issu des modélisations entreprises correspondent à une éventuelle interaction électrique entre les équipements de fonctionnement et les ondes émises par la caténaire et les antennes TETRA et GRM-R.

Aucun impact sanitaire n'a été identifié.

Mesures d'évitement et de réduction

- **Choisir des équipements électriques en fonction des paramètres de champs électromagnétiques** : Lors des phases d'études à venir, et notamment lors de la définition du matériel roulant, les équipements électriques permettant le fonctionnement du système devront être rendu compatibles à un fonctionnement sous un champ électrique donné.

  Pour ce, ils devront être :

  - Protégés des ondes générées par le matériel roulant,
  - Si possible éloignés suffisamment de l'axe des rails ou du toit du tunnel pour fonctionner dans un environnement où le champ électromagnétique est absent, ou du moins peu perturbant.

Mesures de suivi

- **Entretien des équipements électriques** : Le matériel sera entretenu par le gestionnaire de l'infrastructure afin de s'assurer de son bon fonctionnement.

3.20.3 Synthèse des impacts et mesures concernant les ondes électromagnétiques

Aucun impact en phase chantier n'est clairement identifié sur la base des données disponibles.

Synthèse des impacts et mesures liés aux ondes électromagnétiques

Secteurs concernés	*Niveau d'enjeu*	*Caractéristiques et niveau de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Section Pont de Sèvres – Nanterre La Boule	Zone urbaine imprégnée par les ondes électromagnétiques – Seuils réglementaires respectés sur toute la section	<u>Impact lié à la circulation du matériel roulant (et son mode d'alimentation électrique) : inférieur aux seuils sanitaires et réglementaires</u> Perturbation des équipements électriques en proximité du rail d'alimentation électrique Impacts sur la santé humaine des usagers et travailleurs	**<u>PHASE CHANTIER</u>** **<u>Mesures d'évitement et de réduction</u>** Choisir des matériels performants sur ce critère Mise en place de cages de Faraday ou équivalent **<u>PHASE EXPLOITATION</u>** **<u>Mesures d'évitement et de réduction</u>** Choisir des équipements électriques en fonction des paramètres de champs électromagnétiques **<u>Mesures de suivi</u>** Entretien des équipements électriques
Section Nanterre La Boule – Bécon-les-Bruyères	Zone urbaine imprégnée par les ondes électromagnétiques – Seuils réglementaires respectés sur toute la section		
Section Bécon-les-Bruyères – Saint-Denis Pleyel	Zone urbaine imprégnée par les ondes électromagnétiques – Seuils réglementaires respectés sur toute la section		

<u>Légende :</u>

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*

3.20.4 Coûts liés aux mesures d'accompagnement concernant les ondes électromagnétiques

3.20.4.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Coûts des mesures – Phase chantier

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Choisir des matériels performants sur ce critère	Intégré au coût du chantier
Mise en place de cages de Faraday ou équivalent	Intégré au coût du chantier

3.20.4.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Coûts des mesures – Phase exploitation

Dénomination de la mesure	***Coût de la mesure***
Choisir des équipements électriques en fonction des paramètres de champs électromagnétiques	Prise en compte au niveau de la définition du matériel roulant
Entretien des équipements électriques	Intégré au coût de fonctionnement

3.21 Santé et sécurité

Ce chapitre traite de l'incidence de la mise en service de la Ligne 15 Ouest sur son périmètre d'influence, en évaluant l'impact qu'elle induit à la fois sur la santé des personnes fréquentant les territoires concernés, et sur l'environnement local.

L'analyse porte dans un premier de temps sur une comparaison de la qualité de l'air entre les situations avec ou sans projet à l'horizon 2027 (année de mise en service de l'ensemble de la Ligne 15 Ouest), puis adopte une démarche similaire sur les thématiques du bruit, de la sécurité routière et de la sûreté des gares.

La thématique du bruit étant traitée dans un chapitre dédié, la présente analyse en propose une partie ciblée sur le champ de la santé.

3.21.1 Qualité de l'air

3.21.1.1 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 puisque les seuils de pollution de certains polluants pouvant causer des impacts sur l'environnement et la santé sont fréquemment dépassés en Ile-de-France.

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 représente donc aussi un enjeu pour permettre d'éviter l'émission de polluants dus au trafic dit du « dernier kilomètre », c'est-à-dire depuis le point de départ/arrivée et la gare.

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.

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 ventilations 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.

3.21.1.2 Impacts et mesures en phase chantier

Les sorties d'engins et de camions du chantier provoquent des dépôts de terre et 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.

Les salissures en construction neuve peuvent provenir des billes du polystyrène utilisées pour les réservations dans le gros œuvre. Lors du débouchage des réservations, les billes s'envolent au voisinage du chantier.

Les émissions de poussière sont également importantes lors des remplissages des silos à ciment.

De même, lors de certaines phases d'abattage, les chantiers de démolition provoquent des nuages de poussière. Altérant la qualité de l'air et salissant les parcelles et façades environnantes, ces poussières sont très mal perçues par le voisinage.

Le positionnement d'engins de chantier à moteur thermique à proximité de zones sensibles comme une façade de bâtiment occupé, une rue étroite ou un cheminement piétonnier est une source de nuisance supplémentaire de bruit et de pollution de l'air.

Les gares de la Ligne 15 Ouest se situant toutes au cœur de milieux très urbanisés, l'altération de la qualité de l'air local, le salissement des parcelles et des façades ainsi que les nuisances sonores induites par les engins de chantier représentent des problématiques majeures à prendre en compte lors de la phase chantier du projet.

Enfin, le charroi généré sur le réseau routier pour le transport des déblais et des matériaux nécessaires à l'édification des infrastructures est important. Le nombre de chargements et déchargements de camions nécessaires s'élèverait ainsi à plus de 247 000 répartis sur l'ensemble de la phase de construction pour la Ligne 15 Ouest.

3.21.1.3 Mesures d'accompagnement concernant la phase chantier

Mesures d'évitement et de réduction

- **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 seront appliquées :

  - 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 ;
- Bâcher les camions qui transportent des terres ou des matériaux poussiéreux ;
- Mouiller les matériaux lors des découpes produisant de la poussière.

- **Rationnaliser et optimiser le transport de matériaux et de déblais** : 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. 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. Outre ces désavantages, les nuisances générées (augmentation du trafic et bruit) peuvent constituer des facteurs limitant, notamment pour les horaires de fonctionnement.

  Les quantités de déblais à évacuer et de matériaux à acheminer étant très importantes, il est fondamental d'en organiser sérieusement l'évacuation et l'acheminement afin de limiter les distances parcourues et les impacts induits. Il faudra ainsi réduire au maximum le parcours sur le réseau routier des camions nécessaires à cet ouvrage, le nombre de ces derniers étant particulièrement conséquent.

  De plus, il est privilégié au maximum le transport fluvial. La situation de la Ligne 15 Ouest est d'ailleurs plutôt favorable à ce mode de transport de par sa proximité avec la Seine. A ce titre, le projet prévoit l'implantation de plusieurs plates-formes fluviales, au niveau de l'Ile de Monsieur et de la zone des Caboeufs pour assurer une évacuation par barges des matériaux issus du creusement du tunnel de la ligne 15 Ouest. Le recours aux autres ports fluviaux existants à proximité est également envisagé.

  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).

- **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.

3.21.1.4 Impacts en phase d'exploitation

Le calcul des émissions de polluants en phase d'exploitation a été basé sur la méthodologie COPERT IV (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) et à 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. Pour ce faire, le calcul des émissions se base 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. 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_{10}) dépassent régulièrement les valeurs limites annuelles 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 : en l'occurrence le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) et le Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA) . Ces deux documents fixent des objectifs chiffrés en termes de concentrations de polluants visant à améliorer la qualité de l'air.

Comme pour la mobilité, l'énergie et les émissions de gaz à effet de serre, l'impact de la Ligne 15 Ouest est fortement lié au réseau du Grand Paris dans son ensemble. Ainsi, l'analyse sera réalisée à deux horizons : le premier horizon permet d'isoler les impacts de la Ligne 15 Ouest à l'horizon de sa mise en service dans sa totalité (2027) ; le deuxième horizon permet de remettre le tronçon dans le contexte global du réseau dans sa quasi-totalité (2030).

Impacts de la Ligne 15 Ouest à l'horizon 2027

En situation de référence, la pollution est globalement en forte diminution à l'horizon 2027 grâce, principalement, à l'amélioration du parc automobile.

Entre la situation initiale (2005) et la situation de référence, les émissions de NO_x diminuent, par exemple, de 77%. 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, une diminution de 77% est également constatée. Cela est dû à la généralisation des filtres à particules dans les années à venir.

Le CO, les COVNM et le benzène réagissent sensiblement de la même façon, avec 82% à 83% d'émissions en moins entre 2005 et 2027.

Les émissions de nickel ne diminuent, par contre, que légèrement, alors que les émissions de Cadmium ne présentent aucune diminution. Ces émissions sont, en effet, essentiellement dues à l'usure des véhicules (parties métalliques, plaquettes de freins, moteurs…) et sont donc moins influencées par les normes en vigueur.

Enfin, les émissions de SO_2 sont considérées comme nulles, le carburant (source du soufre) se voyant pratiquement entièrement désulfuré.

Entre la situation initiale et la situation de référence, trois profils d'évolution différents sont distingués :

- Pour les PM, les NO_x, le CO, les COVNM et le benzène, les émissions entre 2005 et 2027 sont fortement diminuées grâce à l'évolution du parc roulant (objectifs réglementaires, volonté des constructeurs…) (catégorie 1) ;

- Pour le SO_2, cas particulier, les émissions seront nulles en 2027 grâce à la volonté de désulfurer au maximum le carburant lors de la production (catégorie 2) ;
- Enfin, pour les métaux lourds (nickel et cadmium), les émissions diminuent légèrement, voire sont quasi-stables d'ici 2027, celles-ci résultant essentiellement de l'usure des véhicules des frottements (catégorie 3) .

Comparaison des émissions annuelles 2005 et 2027 pour les PM_{10}, NO_x, CO, COVNM, benzène, SO_2, Nickel et Cadmium.

		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)		6 158	62 248	123 406	22 441	1 320	0	149	48
Horizon 2027	Sans Ligne 15 Ouest	1 427	14 036	22 200	4 031	228	0	141	48
	Avec Ligne 15 Ouest	1 421	13 973	22 117	4 013	227	0	141	48
	Réduction des émissions référence – sit. init. (%)	-77%	-77%	-82%	-82%	-83%	0%	-5%	0%
	projet - référence	-5	-62	-82	-18	-1	0	0	0
	réduction des émissions projet – référence (%)	-0,4%	-0,4%	-0,4%	-0,4%	-0,4%	0%	0%	0%
						1	2	3	

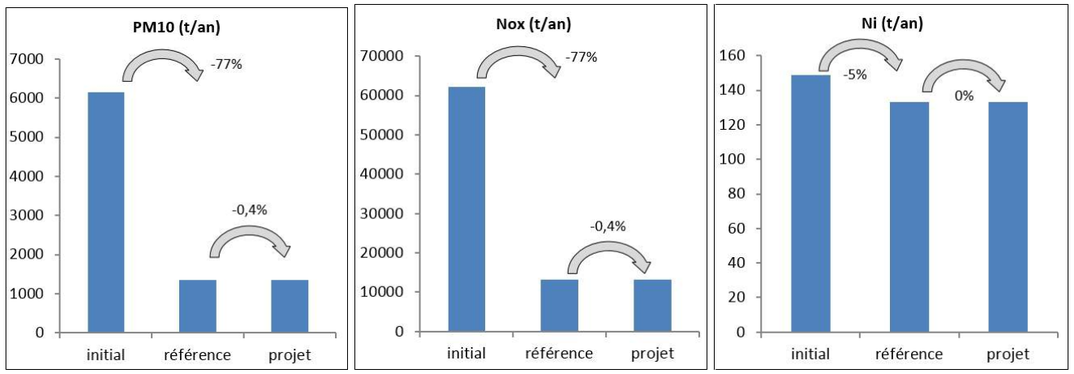
La comparaison entre la situation avec projet et la situation initiale (2005) montre des évolutions similaires à celles observées entre la situation de référence et la situation initiale. Le projet ne permet généralement que d'amplifier de manière très marginale les réductions réalisées grâce à l'amélioration du parc automobile.

Ainsi, la Ligne 15 Ouest permet, en 2027, d'engendrer une diminution supplémentaire de la plupart des polluants étudiés (PM_{10}, NO_x, CO, COVNM, benzène) de 0,4% par rapport à la situation de référence. La réduction de trafic que crée l'arrivée de la Ligne 15 Ouest en 2027 a donc des conséquences globalement positives en termes d'émissions de polluants atmosphériques mais faibles par rapport aux diminutions réalisées grâce au renouvellement du parc automobile.

En termes de quantités, la Ligne 15 Ouest permet de réduire les émissions de particules fines <10µm issues du trafic routier de 5 tonnes par an à l'horizon 2027. Les émissions de NO_x diminuent quant à elles de 62 tonnes par an.

Ces variations sont non négligeables mais relativement faibles par rapport aux évolutions prévues entre la situation initiale 2005 et les situations avec ou sans projets à l'horizon 2027, comme le montre la figure ci-dessous pour chacune des trois catégories de polluants identifiées précédemment.

Comparaison des émissions annuelles 2005, 2027 en situation de référence et 2027 avec Ligne 15 Ouest, pour les PM10, le NOx et le Nickel.



Impacts du réseau de transport du Grand Paris à proximité du projet à l'horizon 2030

De manière similaire à ce qui a été constaté à l'horizon 2027 pour la Ligne 15 Ouest, il y a une forte diminution de la plupart des polluants entre la situation initiale (2005) et la situation de référence (2030). Les émissions de NO_x diminuent notamment de 85% entre la situation initiale et la situation de référence et celles de particules fines diminuent de 78%.

Comme dans le cas de la Ligne 15 Ouest, la comparaison entre la situation avec réseau et la situation initiale montre des évolutions similaires à celles observées entre la situation de référence et la situation initiale. La situation avec Réseau de Transport du Grand Paris en 2030 engendre une diminution de 2% à 3% des émissions des divers polluants par rapport à la situation de référence, d'où un effet bénéfique du réseau sur les émissions de polluants atmosphériques évitées. Avec Réseau de Transport du Grand Paris en 2030, les émissions de particules fines <10µm issues du trafic routier sont réduites de 38 tonnes par an. Les émissions de NO_x diminuent quant à elles de 254 tonnes par an.

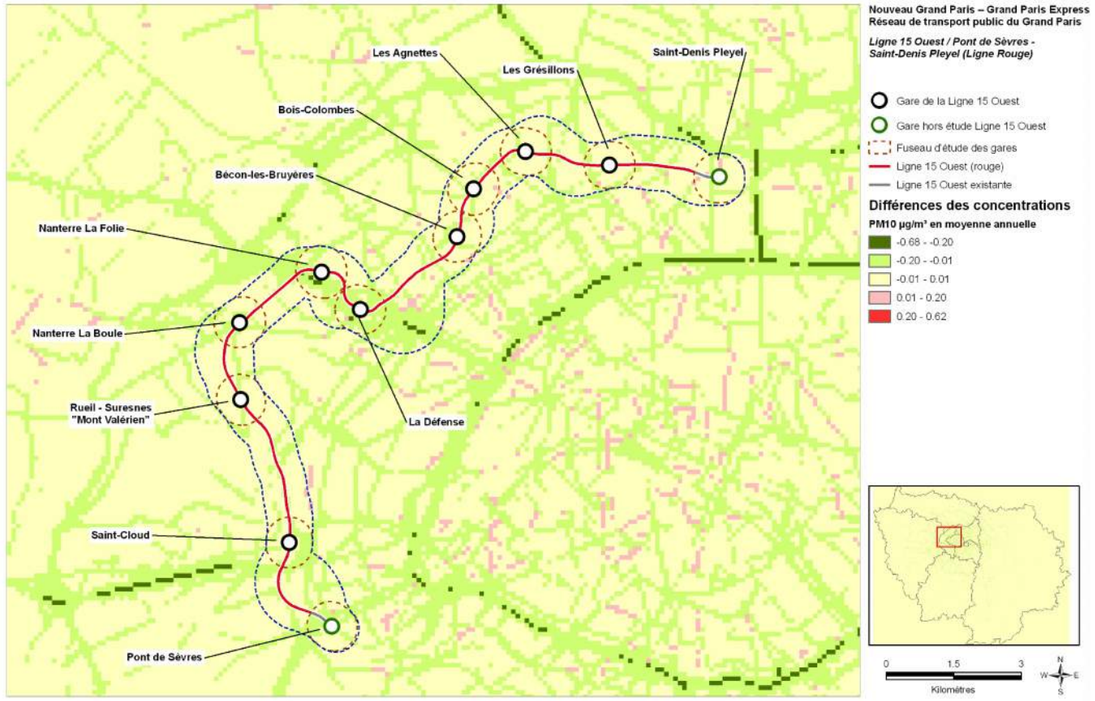
A l'image de la conclusion faite pour la Ligne 15 Ouest, ces variations sont non négligeables mais relativement faibles par rapport aux évolutions prévues entre la situation initiale et les situations avec ou sans réseau en 2030.

Concernant la répartition spatiale des émissions et leur impact sur les concentrations, celles-ci sont, de manière générale, 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, une diminution des émissions est généralement observée. Au contraire, lorsque les flux sont plus élevés dans la situation de projet que dans la situation de référence, un accroissement des émissions est constaté.

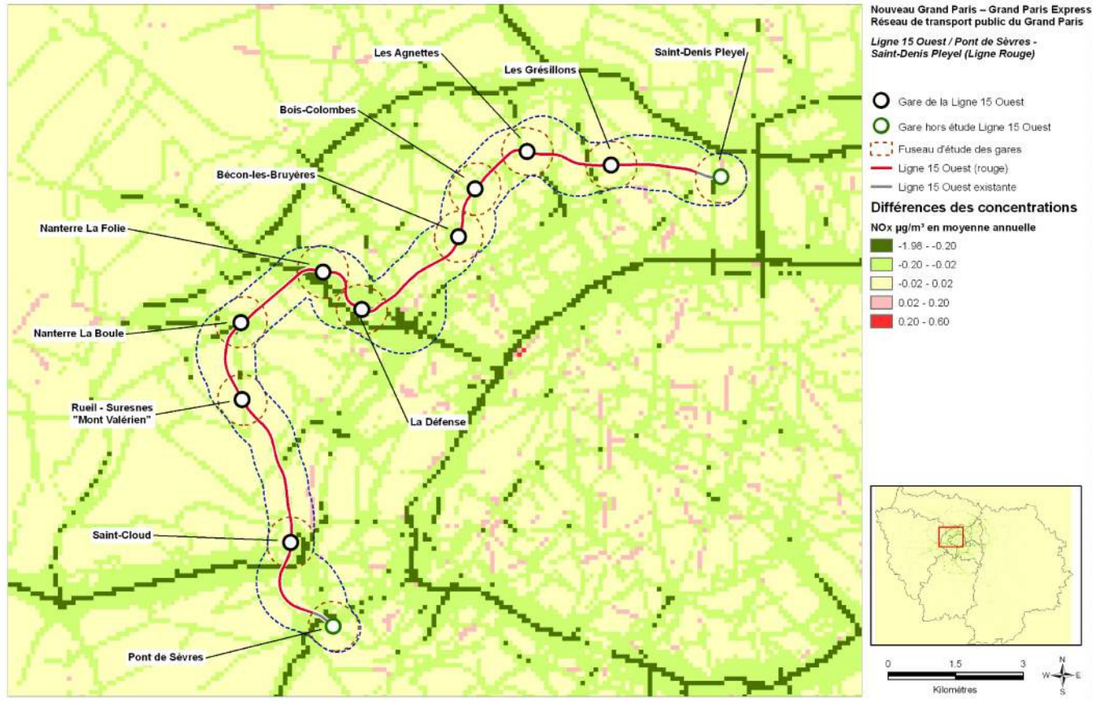
Les figures suivantes représentent les différences de concentrations de PM_{10} et NO_2 entre la situation de référence et la situation avec Réseau de Transport du Grand Paris à l'horizon 2030 à proximité de la Ligne 15 Ouest.[35]

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 certaines routes.

[35] *Il n'a été possible de réaliser cet exercice de comparaison qu'entre la situation de référence et la situation avec Réseau de Transport du Grand Paris à l'horizon 2030, les données concernant les situations de référence et avec projet (Ligne 15 Ouest) à l'horizon 2027 n'étant pas disponibles.*



Différences des concentrations entre la situation de référence et la situation avec Réseau de Transport du Grand Paris à l'horizon 2030 pour les PM_{10}



Différences des concentrations entre la situation de référence et la situation avec Réseau de Transport du Grand Paris à l'horizon 2030 pour le NO_2

Comme illustré par cette figure, l'impact du réseau du Grand Paris sur les concentrations en PM_{10} à proximité de la Ligne 15 Ouest est très majoritairement positif avec une réduction des concentrations de l'ordre de -0,01 à -0,2 µg/m³ le long de la quasi-totalité des axes routiers principaux. Ces diminutions restent toutefois relativement limitées vis-à-vis de la valeur limite des PM_{10} (40µg/m³).

Les concentrations de NO_x subissent également des diminutions le long de la quasi-totalité des axes routiers du secteur. Ces diminutions sont globalement de l'ordre de -0,02 à -0,2 µg/m³, et descendent même régulièrement sous les -0,2 µg/m³ aux abords des axes présentant un trafic routier très important (A1, A13, A14, A86 et Boulevard Périphérique). A l'image du constat observé dans le cas des PM_{10}, ces baisses de concentrations sont également relativement faibles par rapport à la valeur limite des concentrations en NO_2 de 40µg/m³ (pour rappel, le NO_2 représente environ ¼ des NO_x).

Du point de vue des enjeux liés à la qualité de l'air, la localisation des nouvelles gares du projet représente un paramètre relativement important de l'analyse. 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 sensibles :

- La quantité de trafic en HPM à proximité de la gare (buffer 500m) 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 :

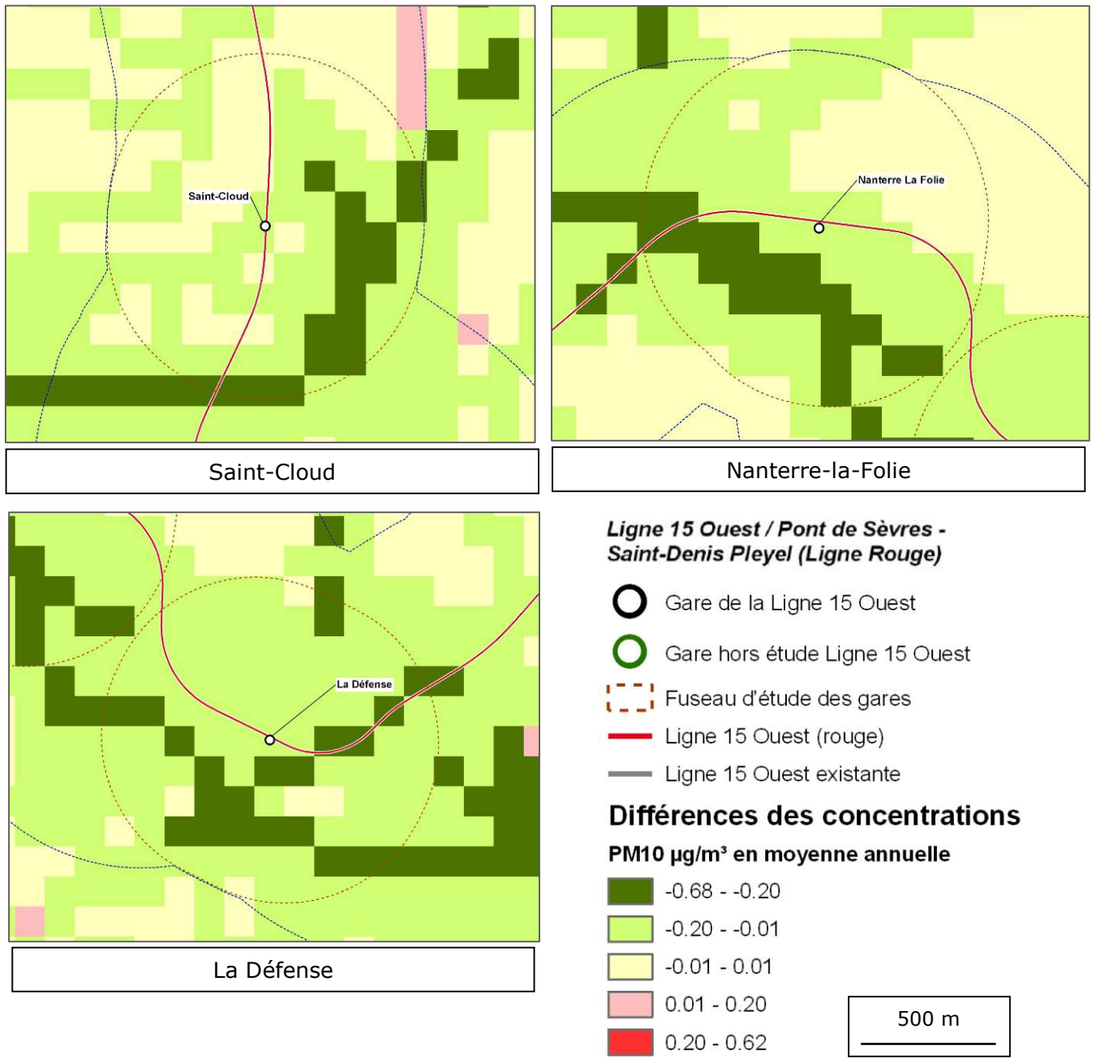
Identification des gares à enjeu du projet.

	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
Saint-Cloud	intermédiaire	faible	intermédiaire
Rueil-Suresnes	très faible	intermédiaire	faible
Nanterre-la-Boule	faible	très faible	faible
Nanterre-la-Folie	intermédiaire	faible	intermédiaire
La Défense	fort	fort	fort
Bécon-les-Bruyères	très faible	intermédiaire	faible
Bois-Colombes	très faible	très faible	très faible
Les Agnettes	très faible	très faible	très faible
Les Grésillons	très faible	très faible	très faible

Les gares à enjeu intermédiaire à fort seront analysées plus en détails ci-dessous. Il s'agit des gares de Saint-Cloud, de Nanterre-la-Folie et surtout de La Défense.

Les différences de concentrations en PM_{10} et en NO_x entre la situation de référence et la situation avec projet sont représentées à proximité des gares précédemment identifiées dans la figure ci-dessous.

Différences de concentrations entre situation de référence et situation avec Réseau de Transport du Grand Paris à l'horizon 2030 au sein des périmètres d'influence des trois gares de la Ligne 15 Ouest identifiées comme potentiellement à risque, cas du PM_{10}.



Saint-Cloud | Nanterre-la-Folie | La Défense

Différences de concentrations entre situation de référence et situation avec Réseau de Transport du Grand Paris à l'horizon 2030 au sein des périmètres d'influence des trois gares de la Ligne 15 Ouest identifiées comme potentiellement à risque, cas du NO_x.

Les figures révèlent que le Grand Paris permet de réduire les concentrations en PM_{10} et en NO_x quasi-globalement dans les zones proches des gares à enjeux.

De manière générale, il faudra tout de même limiter au maximum l'augmentation du trafic à proximité des gares à enjeu fort, via la mise en place de mesures visant à favoriser l'utilisation des modes doux pour accéder aux gares, au détriment de la voiture particulière.

En conclusion, la mise en service de la Ligne 15 Ouest permettra à l'horizon 2027 une réduction globale des émissions de particules fines (<10µm), NO_x, COVNM et benzène, issues du trafic routier, de l'ordre de -0,2%. Plus globalement, le réseau de transport du Grand Paris permettra une réduction d'environ 2 à 3% de ces même polluants, ainsi que du cadmium et du nickel, à l'horizon 2030. Le projet de métro du Réseau de Transport du Grand Paris contribue ainsi à l'amélioration de la qualité de l'air à proximité de la Ligne 15 Ouest, et plus généralement en Ile-de-France. Cette amélioration est toutefois minime par rapport aux 80% de polluants émis en moins constatés entre la situation initiale (2005) et l'horizon 2030, grâce principalement au renouvellement du parc automobile.

Qualité de l'air dans les gares et le métro

La qualité de l'air dans les espaces intérieurs représente un enjeu important car l'Homme passe une partie importante de son temps 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 seule 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[36], la Direction Générale de la Santé récapitule notamment les données concernant différents polluants dont le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO_2), les oxydes d'azote (NO et NO_2), l'ozone (O_3), le dioxyde de soufre (SO_2), les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) et les particules en suspension. Les résultats montrent que les concentrations, 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 des concentrations élevées en particules fines sont multiples :

- L'exploitation ferroviaire notamment par l'exploitation du le 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).

[36] *Qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines d'Ile-de-France, Direction Générale de la Santé, Juillet 2003.*

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.).

Comme détaillé dans la pièce G.1, dans les enceintes souterraines de transport ferroviaires, 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 mené 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 extérieurs 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.

Valeurs Guides de l'OMS pour les PM10 et PM2.5 pour des expositions par inhalation

	$PM_{2.5}$	***PM_{10}***
Exposition aiguë (24 heures)	25 µg/m^3	50 µg/m^3
Exposition chronique (année)	10 µg/m^3	20 µg/m^3

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 PM_{10} 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 scénarios correspondant à 4 durées quotidiennes de séjour dans les enceintes ferroviaires souterraines variant de 1h30 à 2h15, et à 2 périodes distinctes huit valeurs rapportées dans le tableau suivant :

Valeurs calculées pour différentes durées d'exposition dans les enceintes ferroviaires souterraines (Direction Générale de la Santé, 200337)

	2001	2005
	CLim/jour = 50+ 40% soit 70 µg/m^3	CLim/jour = 50 µg/m^3
	P90extérieur = 33 µg/m^3	P90extérieur = 23 µg/m^3
Tsout = 1h30	VGAIsout < 625 µg/m^3	VGAIsout < 455 µg/m^3
Tsout =1h45	VGAIsout < 540 µg/m^3	VGAIsout < 393 µg/m^3
Tsout =2h	VGAIsout < 477 µg/m^3	VGAIsout < 347 µg/m^3
Tsout =2h15	VGAIsout < 428 µg/m^3	VGAIsout < 311 µg/m^3
Tsout = temps passé dans l'enceinte ferroviaire souterraine		

[37] *Qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines de l'Ile-de-France, Direction Générale de la Santé, 2003*

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 en 2013[38] qui préconise une valeur cible (pour l'exposition chronique) de 10µg/m³ pour les $PM_{2.5}$ et 15µg/m³ pour les PM_{10} 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 tableau suivants[39] :

Concentration en particules PM2.5 dans différents métros

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
	2010	68	257

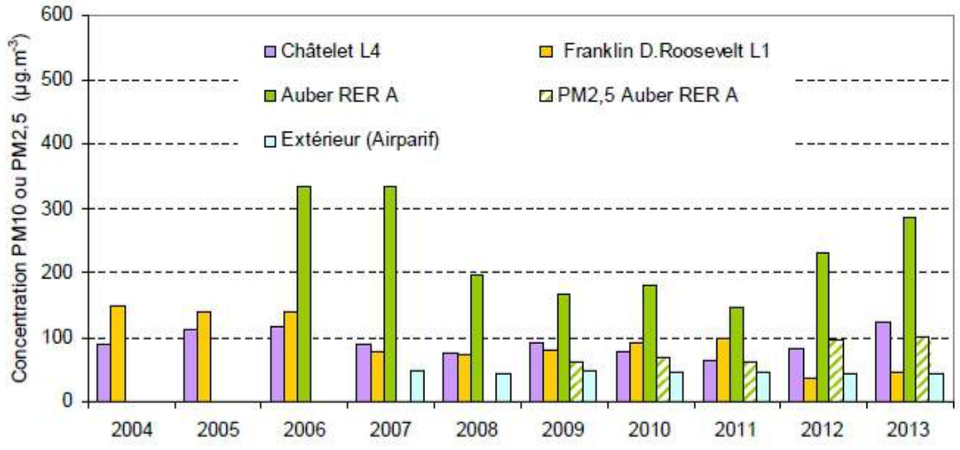
Concentration en particules PM10 dans différents métros

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

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.

[38] Valeurs repères d'aide à la gestin dans l'air des espaces clos – les particules, Haut Conseil de la Santé Publique, 2013

[39] Sources des données : Pollution de l'air dans les enceintes souterraines de transport ferroviaires et santé, ORS (Observatoire Régional de Santé) Ile-de-France et Campagne d'évaluation de la qualité de l'air à l'intérieur et aux abords des stations du métro de Lille du 14/01/2010 au 29/03/2010, source d'information Atmo Nord - Pas de Calais, rapport N° 01/2010/PD-IC.



Concentrations en PM10 (et PM2.5) 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[40]. 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 200µg/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.

[40] *Pollution de l'air dans les enceintes souterraines de transport ferroviaires et santé", ORS (Observatoire Régional de Santé) Île-de-France*

3.21.1.5 Mesures d'accompagnement en phase d'exploitation

Mesures d'évitement et de réduction

- **La limitation des concentrations en particules fines dans l'environnement confiné des gares, des rames de métro et des tunnels** doit être prise en compte, pour répondre aux concentrations potentiellement élevées et aux risques pour la santé des usagers que celles-ci induisent. Dans le but d'atténuer les concentrations de particules fines présentes dans ces espaces confinés, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France[41] 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.

  Pour cela plusieurs dispositions sont prévues :

  - Les ouvrages seront nettoyés régulièrement au titre de la maintenance, permettant d'assurer un bon état de propreté permanent.
  - L'utilisation de matériels roulants récents et la mise en œuvre privilégiée de systèmes de freinage électriques permettront de réduire à la source les émissions de polluants, notamment de particules fines.
  - Les trains et outillages employés pour la maintenance utiliseront l'énergie électrique, sans rejet de gaz et fumées.

- **Favoriser le report modal** : 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 mise en œuvre de cette mesure nécessite une concertation avec les partenaires locaux. Il s'agit par exemple de la mise en place d'une politique de stationnement restrictive en zones urbaines denses. 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.

- **Favoriser l'utilisation des modes doux** : Cette mesure se traduit par l'implantation de parkings à vélo dans les gares ou à proximité, d'assurer des déplacements sécurisés à proximité pour les cyclistes et les piétons, d'assurer un affichage clair et simple des itinéraires à suivre (éclairage, fléchage, signalisation,…)

[41] Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.Avis relatif à la qualité de l'air dans les modes de transport. http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/CSHPF_avis_modes-transports_270906.pdf, 2006

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 concernées 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.

Mesures de suivi

- **Suivi dans le temps des concentrations des divers polluants dans les espaces publics du réseau** : Le principal enjeu lié à la qualité de l'air réside en la diminution des concentrations des diverses espèces polluantes. Les données issues des mesures de ces espèces chimiques sont mises à disposition par AIRPARIF. Le suivi de ces chiffres permettra d'appréhender l'évolution des concentrations en question en région Ile-de-France, d'évaluer à terme l'impact du Réseau de Transport du Grand Paris, et éventuellement de mettre en place des mesures complémentaires si nécessaire.

3.21.2 Sécurité routière

3.21.2.1 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 la mise en service de la Ligne 15 Ouest 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.

3.21.2.2 Impacts en phase chantier

La perturbation des zones de circulation des véhicules et de cheminement des piétons est le seul impact potentiel de la phase de travaux sur la sécurité routière. Celui-ci 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.

3.21.2.3 Mesures d'accompagnement en phase exploitation

Mesures d'évitement et de réduction

- **Respect des normes de sécurité aux abords des bases chantier et mise en œuvre de règles locales de circulation sur la base d'une signalisation claire et lisible** : Les mesures à mettre en place afin d'éviter tout accident de la route et de garantir la sécurité des personnes (conducteurs comme piétons) respecteront les normes de sécurité à proximité des zones de chantiers. Des règles de circulation temporaires adéquates, accompagnées d'une signalisation claire et visible pour tout usager, seront mises en place en conséquence. De la même façon, une attention particulière sera 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.

3.21.2.4 Impacts en phase d'exploitation

Pour évaluer l'impact du report modal sur le nombre d'accidents après la mise en place de la Ligne 15 Ouest, 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 ont des taux d'accidents moins élevés mais d'une gravité supérieure.

Trois types de routes ont ainsi été différencié 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 aux horizons 2027 (Ligne 15 Ouest) et 2030 (réseau du Grand Paris), 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 2027 sont présentés dans le tableau suivant.

Taux d'accidents/blessés/tués par millions véh.km pour 2027 (source : projection : STRATEC, données 2005-2010 : Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010, (2011))

Taux d'accidents/blessés/tués par millions de véh.km				
	Accidents	*Blessés légers*	*Blessés graves*	*Tués*
Autoroutes	0,0308	0,0287	0,0166	0,0011
RN + RD	0,0975	0,0907	0,0544	0,0036
Agglomération	0,1728	0,1607	0,0287	0,0019

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 utilisée (les taux des autoroutes ont été affectés aux voiries où la vitesse est supérieure à 90km/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 d'accidents, de blessés et de tués évités avec la mise en service de la Ligne 15 Ouest en 2027.

Nombre évité avec la mise en service de la Ligne 15 Ouest à l'horizon 2027	***Nombre d'accidents évités***	19
	Nombre de blessés légers évités	18
	Nombre de blessés graves évités	7
	Tués évités	0

Les résultats montrent que la diminution de trafic routier induite par le projet permet de réduire de manière non négligeable le nombre d'accidents de la route. Ainsi, ce sont 19 accidents, 18 blessés légers, et 7 blessés graves évités en 2027 grâce à la mise en place de la Ligne 15 Ouest.

Une méthodologie identique a été appliquée à l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris à l'horizon 2030. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Nombre d'accidents, de blessés et de tués évités avec la mise en service de l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris en 2030.

Nombre évité avec la mise en service de l'ensemble du réseau à l'horizon 2030	***Nombre d'accidents évités***	185
	Nombre de blessés légers évités	172
	Nombre de blessés graves évités	65
	Tués évités	4

A l'horizon 2030, la mise en service du Réseau de Transport du Grand Paris permettrait d'éviter 185 accidents, 172 blessés légers, 65 blessés graves et 4 tués.

Bien que relativement théorique, la diminution des accidents de la route reflète une amélioration significative des conditions de trafic en Ile-de-France suite à l'arrivée des lignes constituant le Réseau de Transport du Grand Paris.

3.21.2.5 Mesures d'accompagnement en phase d'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.

Mesure de suivi

- **Suivi des chiffre d'accidentologie issus des statistiques annuelles d'instituts publics** : L'analyse des chiffres issus des statistiques annuelles d'instituts publics tel que l'Observatoire de la Sécurité Routière d'Île-de-France permettra un suivi dans le temps des prévisions de diminutions des accidents de la route.

3.21.3 Synthèse des impacts et mesures concernant la santé et la sécurité

Synthèse des impacts et mesures liés à la santé et la sécurité

Secteurs concernés	*Thématiques*	*Niveau d'enjeu*	*Caractéristiques et niveau de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Toutes les sections	***Pollution atmosphérique***	Concentrations en polluants atmosphériques généralement en baisse mais dépassant toujours fréquemment les valeurs limite en particulier à proximité du trafic routier.	Emissions de polluants atmosphériques dans l'air extérieur induits par la construction des infrastructures du Grand Paris.	**PHASE CHANTIER** **Mesures d'évitement et de réduction** Limitation de l'émission de poussières Rationalisation et optimisation du transport de matériaux et de déblais Plans locaux de circulation temporaires Conception générale des ouvrages Respect des normes de sécurité aux abords des bases chantier et mise en œuvre de règles locales de circulation sur la base d'une signalisation claire et lisible **PHASE EXPLOITATION** **Mesures d'évitement et de réduction** La limitation des concentrations en particules fines dans l'environnement confiné des gares, des rames de métro et des tunnels **Mesures de suivi** Suivi dans le temps des concentrations des divers polluants dans les espaces publics du réseau Suivi des chiffre d'accidentologie issus des statistiques annuelles d'instituts public
			Emissions de polluants atmosphériques dans l'air extérieur induits par le fonctionnement des infrastructures du Grand Paris.	
			Amélioration globale de la qualité de l'air grâce au report modal de la voiture particulière vers les transports en commun, ainsi qu'aux plans d'amélioration de la qualité du parc bâti accompagnant la mise en service du Grand Paris.	
		Concentrations en particules fines pouvant être élevées dans certains espaces confinés ferroviaires (gare, train et métros).	Risques de concentrations de particules fines dans les espaces confinés du métro.	
	Accidents de la route	Nombre d'accidents de la route relativement faible aux abords du fuseau d'étude.	Diminution du nombre d'accidents et de victimes sur le réseau routier suite à la mise en service du Grand Paris.	

Légende :

Pas d'enjeu	*Enjeu Faible*	*Enjeu Modéré*	*Enjeu Fort*	
Pas d'impact	*Impact Faible*	*Impact Modéré*	*Impact Fort*	*Impact positif*

4 Synthèse des impacts et des mesures de la ligne 15 Ouest

La synthèse présentées dans les page suivants s'appuie sur l'ensemble des éléments détaillés dans le présent rapport.

Les niveaux d'impacts ont été estimés sur la base des données quantifiées lorsqu'elles étaient connues a ce stade des études, ainsi que sur un ressenti qualitatif lorsque les données chiffrées ont manqué.

Les tableaux suivants font état des principaux impacts locaux sur le territoire associé à la Ligne 15 Ouest. Il propose un code couleur permettant une hiérarchisation de ces derniers. Les principales mesures associés à ces impacts sont également mentionnée dans les tableaux.

Code couleur :

- **Rouge : impacts forts** : l'impact est jugée fort, soit lorsque le projet peut être remis en cause (impact non évitable : exemple de risque d'effondrement de bâtis, d'inondation des ouvrages,….) soit lorsque le projet d'aménagement s'inscrit au sein de périmètres réglementaires interdisant ou contraignant en l'état la mise en œuvre des différents ouvrages de la Ligne 15 Ouest.

- **Orange : impacts modérés** : l'impact est considéré comme modéré lors que le projet n'est pas forcément remis en cause mais où des mesures spécifiques sont toutefois nécessaires pour permettre sa réalisation. Il peut également s'agir de la prise en compte de prescriptions techniques contraignantes liées à l'existence de réglementation locales.

- **Jaune : impacts faibles** : L'impact n'est pas bloquant mais nécessaires une adaptation, soit techniques, soit organisationnelle, afin de supprimer l'impact ou d'obtenir un effet résiduel négligeable à nul.

- **Blanc : pas d'impact**.

- **Vert : impacts positifs** liés à la mise en œuvre de l'infrastructure.

Chaque section est abordée en sous la forme de deux tableaux, permettant d'appréhender les impacts et mesures associées suivant :

- Une approche milieu superficiel,

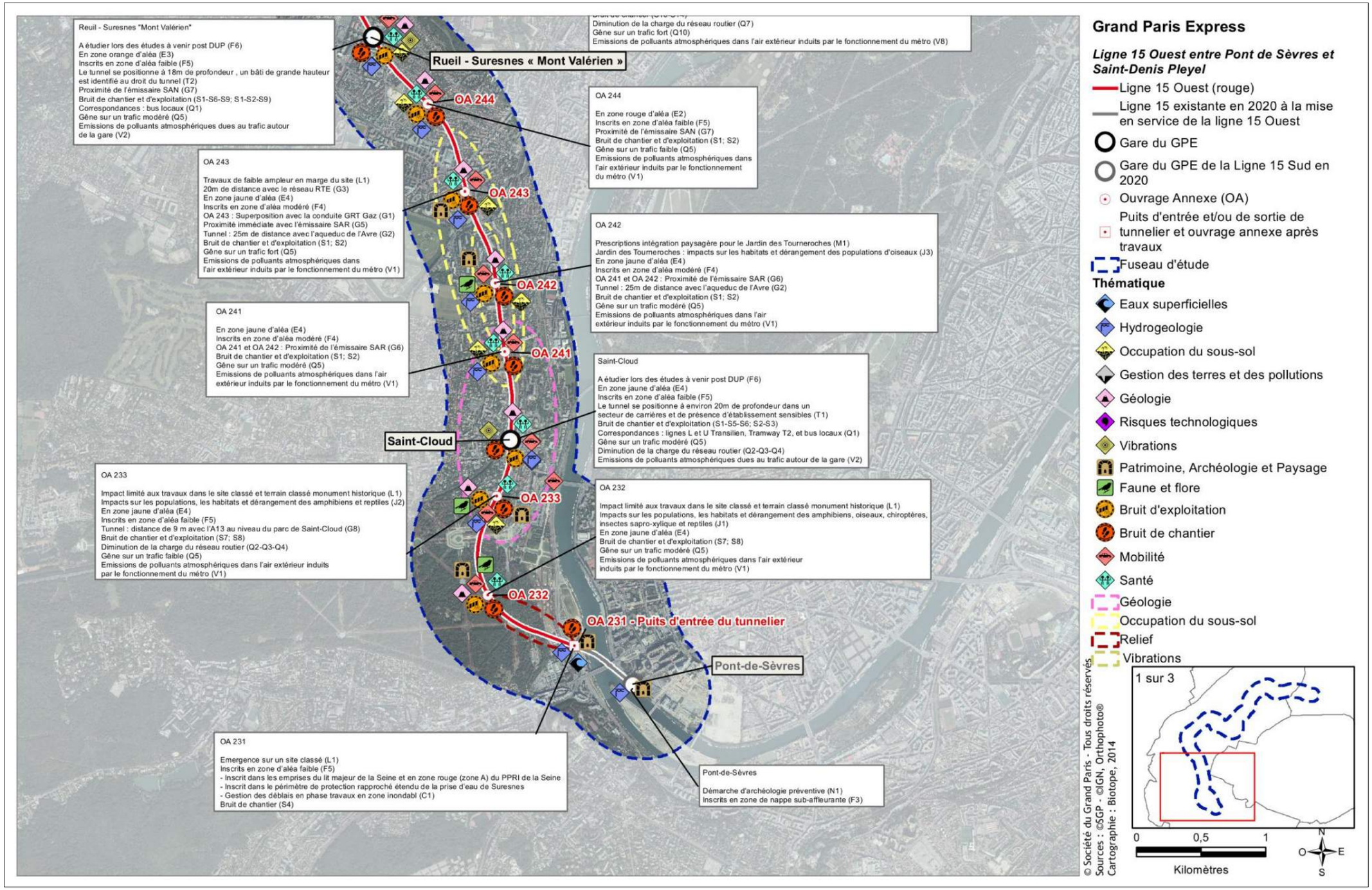
- Une approche milieu souterrain.

Les cartes de synthèse présentées ci-dessous ont pour vocation de localiser, pour chaque émergence du projet et pour le tunnel, les types d'impact associés pour chaque thématique. Un code numéroté renvoie aux descriptifs des tableaux de synthèse où sont précisées les mesures ERC entreprises.

Chaque thématique est représentée par un symbole qui précise **la localisation de principe des impacts** autour des émergences ou du tunnel. Des zones surfaciques sont également illustrées montrant l'étendu de certains impacts concernés par le passage du tunnel (concernant la géologie, l'hydrogéologie

principalement).
Les codes couleurs correspondent à chacune des thématiques.

4.1.1 Impacts et mesures pour la section Pont de Sèvres – Nanterre la Boule



Impacts et mesures – section Pont de Sèvres – Nanterre la Boule

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Climatologie	A1	Pas d'impact sur la section	
Relief	B1	Tunnel Infrastructure soumis à une pente de l'ordre de 5% max	Phase étude et chantier - Adaptation du profil en long dans les secteurs en pente
Eaux superficielles	C1	OA 231 - Inscrit dans les emprises du lit majeur de la Seine et en zone rouge (zone A) du PPRI de la Seine - Inscrit dans le périmètre de protection rapproché étendu de la prise d'eau de Suresnes - Gestion des déblais en phase travaux en zone inondable - Risque de pollution accidentelle, de mise en suspension de particules et d'augmentation locale des débits de ruissellement en lit majeur	Phase étude et chantier - Etudes réglementaires Loi sur l'Eau à mener post-DUP : prise en compte des préconisations du PPRI et du périmètre de protection de la prise d'eau de Seine - Consultation des gestionnaires des réseaux humides et mise en place d'ouvrages temporaires de collecte des eaux pluviales au niveau des bases chantier - Gestion de chantier : Plan de Secours en cas de pollutions accidentelles, entretien des engins, système de stockage des produits polluants - Suivi des niveaux de la Seine Phase exploitation - Mise en œuvre de dispositifs étanches d'obturation - Restitution des volumes et des surfaces pris à la crue dans les zones d'expansion - Suivi de fonctionnement des ouvrages d'assainissement pluvial
Pédologie	D1	Pas d'impact sur la section	
Géologie		*Carrières et glissements de terrain*	Phase étude et chantier - Investigations des anciennes carrières et reconnaissances approfondies avant le chantier comprenant la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques - Utilisation des résultats des études d'interférométrie radar - Etude de vulnérabilité du bâti - Injection et/ou comblement des anciennes carrières identifiées - Mise en œuvre d'un système de reconnaissance géophysique à l'avancement - Auscultation de surface des zones sensibles - Arrêt des travaux si problème et mise en œuvre d'une bande de sécurisation - Choix de la technique du tunnelier pour la construction du tunnel et technique de conception des gares adaptée à la présence d'argiles
	E1	Tunnel, gare de Saint-Cloud, OA232 et OA 241 - Inscrit au sein des différents zonages du PPRn : présence de carrières souterraines, zone de glissements de terrain - Impacts liés à la déstabilisation du sous-sol	
		Retrait-gonflement des argiles	
	E2	OA 244 et OA 252 En zone rouge d'aléa	
	E3	Gare de Rueil – Suresnes « Mont Valérien », OA 251 En zone orange d'aléa	
	E4	Gares de Saint-Cloud, Nanterre la Boule, OA 232, OA 233, OA 241, OA 242, OA 243 En zone jaune d'aléa	
Hydrogéologie		*Pompage préalable en phase chantier et mise en communication des nappes*	
	F1	Ensemble des ouvrages Absence d'impact lié à la mise en œuvre de méthode constructives adaptées (creusement au tunnelier, réalisation de parois moulées pour les ouvrages du linéaire)	

Critères à enjeu	N°	Caractéristique de l'impact	Mesures mises en œuvre
		Modification des écoulements	Phase étude et chantier - Identification des propriétaires des ouvrages voisins de la ligne et subissant l'impact des rabattements, suivi piézométrique à proximité de ces ouvrages des effet et dédommagement si le préjudice est avéré. - Suivi de la piézométrie pendant le début de l'exploitation. - arrêt des chantiers voire évacuation - positionnement des trémies à une cote supérieure à la cote de remontée de nappe. A défaut, les installations devront pouvoir accepter un certain niveau d'inondation Phase exploitation - Réalisation d'une modélisation pour estimer l'effet barrage pour le secteur compris entre la gare de Saint-Cloud et l'OA252 - Recensement des parkings souterrains voisins situés dans l'emprise du secteur présentant un relèvement du niveau piézométrique
	F2	Absence de modification significative sur la base d'une analyse qualitative	
		Remontée de nappes	
	F3	OA 231 et OA 252 Inscrits en zone de nappe sub-affleurante	
	F4	OA 241 OA 242 et OA 243 Inscrits en zone d'aléa modéré	
	F5	Gares de Rueil-Suresnes « Mont Valérien », Saint-Cloud et OA 232, OA 233, OA 244 et OA 251 Inscrits en zone d'aléa faible	
		Effets barrage (exploitation)	
	F6	Gares Saint-Cloud, Rueil-Suresnes « Mont Valérien » A étudier lors des études à venir post DUP	
Occupation du sous-sol	G1	OA 243 : Superposition avec la conduite GRT Gaz	Phase étude et chantier - Mise en place de parois moulées pour la réalisation des gares (hors gare de La Défense) et de ouvrages annexes - Utilisation d'un tunnelier - Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions - Ajustement du profil en long de l'infrastructure - Travaux de dévoiement ou de confortement des ouvrages en place pour limiter les incidences en cas de déstabilisation des sols - Etudes géotechniques approfondies et sondages pour les passages à proximité de fondations profondes ou d'ouvrages - Etudes complémentaires des ouvrages souterrains et de leur comportement vis-à-vis des travaux projetés - Études complémentaires sur la vulnérabilité des bâtis - Indemnisation liées aux travaux nécessaires et/ou au relogement - Suivi des mouvements de terrain - Suivi des chantiers par des maîtres d'œuvre spécialisés
	G2	Tunnel : 25m de distance avec l'aqueduc de l'Avre	
	G3	OA 243 : 20m de distance avec le réseau RTE	
	G4	Tunnel : 2m de distance avec l'émissaire SAR Proximité immédiate le regard de la chambre d'interconnexion (SAR–SAN)	
	G5	OA 243 : proximité immédiate avec l'émissaire SAR	
	G6	OA 241 et OA 242 : Proximité de l'émissaire SAR	
	G7	Rueil-Suresnes « Mont Valérien » et OA 244 : Proximité de l'émissaire SAN	
	G8	Tunnel : distance de 9 m avec l'A13 au niveau du parc de Saint-Cloud	
	G9	Tunnel : Passage sous un certain nombre de bâtiments, avec une couverture au sol importante (dont le bâtiment Lafarge à 11m de l'infrastructure	

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Gestion des terres	H1	Tunnel et ensemble des ouvrages Impact potentiel lié aux volumes importants à évacuer, au milieu urbain dense et au risque de pollution des sols	Phase étude et chantier - Evacuation par voie fluviale privilégiée ou par itinéraires routier (à définir) vers des installations spécialisées - Diagnostics de pollution et plan de gestion avec analyse des risques sanitaires - Gestion des chantiers : Arrosage des pistes de circulation, nettoyage des véhicules et engins de chantiers, utilisation de bâches limitant les envols de poussières - Suivi des chantier par un maître d'œuvre spécialisé (suivi des exposition des travailleur, suivi de la qualité de l'air ambiant en approche des bases chantier). Phase exploitation Respect des mesures définies dans le cadre des études de pollution
NATURA 2000	I1	Aucun élément projet n'est prévu en secteur Natura 2000. L'entité la plus proche se trouve à plus de 2km. Aucun impact direct. Impact indirect négligeable par des pollutions diverses des habitats d'espèces sur le réseau hydraulique des habitats d'espèce ou encore sur la fréquentation des sites Natura 2000 les plus proches	Phase chantier Pour les pollutions diverses - Base chantier étanchéifiée - Opérations d'entretien et le stockage d'éléments potentiellement polluant seront effectués loin de la Seine - Récupération des eaux sur le chantier dans des bassins de décantation - Dispositif de limitation de la pollution accidentelle Méthodes constructives Les méthodes constructives retenues pour les ouvrages de la ligne 15 Ouest permettent d'éviter tout rabattement des nappes d'eaux souterraines, ou tout pompage directement dans les nappes. Il est en effet prévu : - Le recours à la technique des parois moulées pour la construction des gares ; - L'utilisation de tunneliers pour le creusement du tunnel qui permet de maintenir l'étanchéité du tunnel pendant tout le creusement ; - En phase d'exploitation, l'ensemble des ouvrages construits (tunnel, gares, ouvrages de sécurité…) sont étanches.
Faune-Flore-Habitats Naturels – Continuités écologiques	J1	OA 232 Flore : Impact potentiel sur une station de Gagée des Champs Amphibiens : Impacts sur les individus, les habitats terrestres et dérangement Oiseaux : Impacts sur les habitats et dérangement Chiroptères : Impacts sur les individus, les habitats et dérangement Insectes saproxylique : Impacts sur les individus, les habitats et dérangement Reptiles : Impacts sur les individus, les habitats et dérangement	Flore - Suivi de la station potentielle - Balisage de la station si avérée Amphibiens - Cantonnement des itinéraires de chantier - Déplacement des individus - Mise en défens de la zone par un balisage Oiseaux - Adaptation du calendrier travaux - Passage d'un écologue pour éviter la destruction de nids Chiroptères - Précaution dans l'abatage d'arbres - Adaptation du calendrier travaux Insectes saproxyliques - Précautions dans l'abatage d'arbres - Conservation des arbres sénescents après coupe

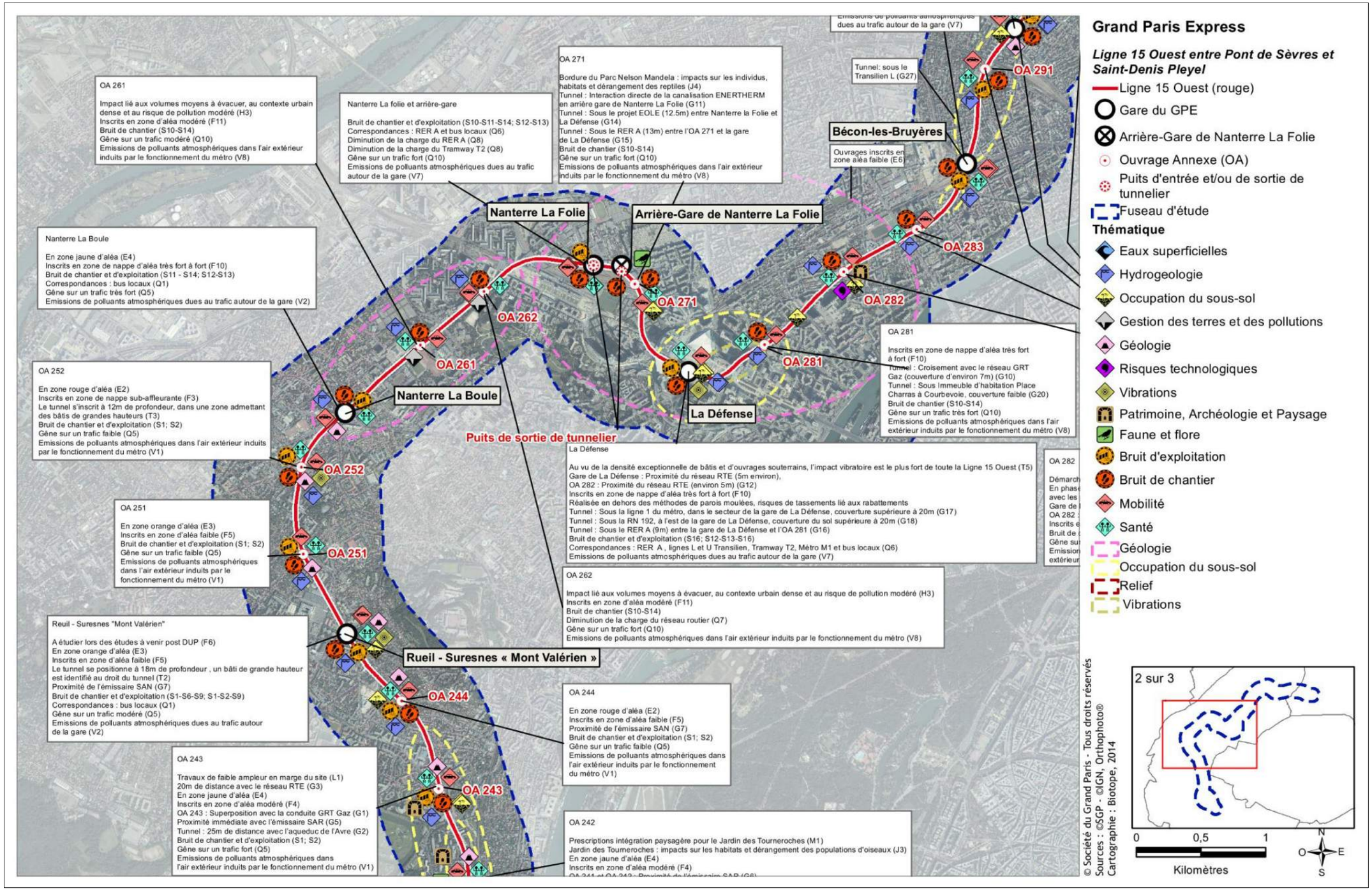
Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
			<u>Reptiles</u> - Déplacement des individus - Mise en défens de la zone par un balisage Auxquelles s'associent un panel de mesures générales pour réduire les impacts et assurer un suivi de chantier
	J2	<u>OA 233</u> Amphibiens : Impacts sur les individus, les habitats et dérangement Reptiles : Impacts sur les individus, les habitats et dérangement	<u>Amphibiens</u> - maintien d'une haie - déplacement d'individus - rendre la zone non favorable au groupe - mise en défens de la zone par un balisage <u>Mesure de compensation suite à un impact résiduel significatif</u> - réaménagement du parc de Montretout - recréation de bassins <u>Reptiles</u> - rendre la zone non favorable au groupe - mise en place de cache de substitution pour le Lézard des Murailles
	J3	<u>Jardin des Tourneroches</u> Oiseaux :Impacts sur les habitats et dérangement	<u>Oiseaux</u> - Adaptation du calendrier travaux - Passage d'un écologue pour éviter la destruction de nids
Agriculture	K1	Aucun impact direct ou indirecte n'est identifié sur les milieux agricoles au regard de leur distance avec le projet.	
Patrimoine culturel	L1	Travaux et aménagements dans le site classé de l'ile : Travaux importants, très visibles, pendant une longue durée Travaux et aménagements dans le site classé et sur le terrain classé monument historique du domaine National de Saint-Cloud : Travaux très localisés avec un impact limité, incidences indirectes potentiellement notables. Travaux et aménagements dans le site inscrit de la Cité Jardin de Suresnes (AMVAP également) : Travaux de faible ampleur en marge du site. Des travaux dans le périmètre de monuments historiques : Généralement peu d'interrelations relations visuelles sauf dans le secteur du Pont de Sèvre (cf. ci-dessus) et au niveau de la Gare de Saint-Cloud	<u>Phase étude et chantier</u> - Intégration paysagère du chantier, démarche chantier faibles nuisances - Réaménagement définis en partenariat avec l'inspecteur des sites et l'ABF
Grand Paysage	M1	Un paysage urbain assez peu sensible sauf dans les secteurs riches en patrimoine culturel (cf. préc.) et au	<u>Phase étude et chantier</u> - Principes généraux d'intégration paysagère intégrés en phase projet

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
		niveau du jardin des Tourneroches	- Prescriptions particulières pour le jardin de Tourneroches
Patrimoine archéologique	N1	Aucun vestige connu directement concerné mais des zones à enjeux traversées	<u>Phase étude et chantier</u> Démarche d'archéologie préventive
Population, emplois et occupation du sol	O1	Les développements démographiques prévus sur cette section se concentrent principalement sur les communes de Suresnes et Sèvres qui devraient voir leur population augmenter significativement à l'horizon 2030 par rapport à la référence.	<u>Phase étude et chantier</u> - Limitation du nombre et de l'emprise des chantiers - Optimisation des itinéraires des engins de chantier <u>Phase exploitation</u> Evaluation de la compacité du développement urbain à venir Il est donc essentiel que le projet soit intégré dans un programme d'aménagement du territoire, volontariste et partagé par les acteurs du territoire, intégrant des objectifs multiples.
	O2	Préservation d'environ 600 ha de l'urbanisation nouvelle dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
	O3	Diminution de la construction de voiries et réseaux divers liés à la viabilisation des espaces nouvellement urbanisés d'environ 130 km dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
	O4	Consommation d'espaces ruraux et urbains de façon temporaire (chantier) ou permanente (gares et ouvrages annexes).	
	O5	Attraction d'emplois supplémentaires dans les communes de la section étudiée.	
Risques technologiques	P1	<u>Tunnel et ensemble des ouvrages</u> Risques liés à l'exploitation du service de transport de voyageurs – impacts <u>a définir</u> lors de la réalisation des dossiers des sécurité	<u>Phase étude et chantier</u> - Respect des prescriptions réglementaires d'exploitation (réalisation d'étude ICPE) - Information et formation du personnel concernant les risques sur site - Entretien et maintenance des matériels et engins et contrôle des ICPE de chantiers par les inspecteurs de la DRIEE <u>Phase exploitation</u> Arrêt intégral ou partiel du service de voyageurs en cas de crise avérée ; Mise en place d'une procédure d'intervention des services de secours
Mobilité	Q1	Impact très positif : Les territoires traversés par la ligne verront leur offre en transport augmenter et bénéficieront d'une liaison ferroviaire structurante nouvelle.	<u>Phase chantier et exploitation</u> - Planification des chantiers et de l'évacuation des déblais (cf. Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais en annexe à la pièce G). Les itinéraires de déviations (véhicules, piétons et transport) et une information adéquate devraient permettre de réduire les impacts. - 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 - Suivi des chantiers sensibles vis-à-vis de la pollution du milieu souterrain par un maître d'œuvre spécialisé.
	Q2	Impact positif : réseau routier : diminution de 4 406 véhicules-kilomètres à la pointe du matin dans le périmètre d'étude, soit -1,3% par rapport à la référence 2027	
	Q3	Impact positif : réseau ferré : réduction de la fréquentation et de la charge maximale sur le tramway T2, les lignes de Transilien N et L et le métro 13.	
	Q4	Impact positif : Augmentation de 0,3 point de la part modale des transports en commun pour les déplacements ayant comme origine le périmètre d'étude, par rapport à la référence 2027	
	Q5	Les impacts sont le charroi des véhicules nécessaires aux chantiers, les déviations d'itinéraires engendrées, les impacts sur la voirie et les impacts sur les transports	

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
		en commun et les modes actifs.	
Energie et émissions de gaz à effet de serre	R1	Réduction globale et durable des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effets de la Région Ile-de-France.	<u>Phase étude et chantier</u> - Rationnaliser et optimiser le transport de matériaux et de déblais - Respect des plannings - Choix des méthodes constructives limitant les émissions de GES <u>Phase exploitation</u> - Définition de choix stratégiques réduisant les besoins de l'infrastructures - Construction de bâtiments faiblement énergivores - Evaluation des consommations du matériel roulant et des bâtiments en cours d'exploitation - Préconisations liées à l'optimisation de la consommation énergétique - Utilisation d'énergies renouvelables - Encourager le report modal vers les transports en commun - Favoriser la densification autour des gare et limiter l'étalement urbain territorial - Outil de suivi des émissions de GES
	R2	Consommations d'énergie et émissions de gaz à effets de serre induites par la construction et le fonctionnement du métro du Grand Paris.	
	R3	Report modal important de la voiture particulière vers les transports en commun grâce à la nouvelle offre du Grand Paris.	
	R4	Consommations d'énergie et émissions de gaz à effets de serre induites par la construction et le fonctionnement des bâtiments du Grand Paris.	
	R5	Réduction des consommations et émissions du bâti grâce aux plans de construction, de densification et de rénovation des bâtiments aux abords des nouvelles gares.	
Bruit	S1	<u>Phase chantier</u> **:** Fort du fait d'un environnement sonore préexistant calme et de nombreux riverains à proximité des ouvrages émergents	<u>Phase étude et chantier</u> - Méthodes constructives de parois moulées - Restriction des horaires de chantier et respect des plannings de travaux - Adapter l'organisation des zones de chantier - Mise en place de supports de communication adaptés - Présence d'agents de proximité sur les chantiers <u>Phase exploitation</u> - Conception de la structure des locaux techniques pour contenir les nuisances sonores - Isoler les équipements techniques - Élaboration d'une charte architecturale - Concertation avec les acteurs locaux - Aménagement de pôles bus et réaménagement des liaisons bus - Implantation des ouvrages de sécurité à plus de 8 mètres des façades avec fenêtres - L'installation des ventilateurs sur des amortisseurs - Mise en place de filtres pour réduire les niveaux de bruit - Élaboration de modélisations sonores - Mesures in situ du niveau de bruit
	S2	<u>Phase Exploitation</u> **:** Impacts nuls à faibles pour les ouvrages annexes et les équipements techniques des gares selon environnement sonore initial et proximité riverains	
	S3	<u>Phase Exploitation</u> pour les gares : impacts indirects modérés en raison de l'accessibilité moyenne, des aménagements prévus aux alentours des gares et de la présence d'un établissement hospitalier pour la gare de Saint Cloud	
	S4	<u>Phase chantier</u> : Impact modéré car le bruit généré par le trafic routier masquera partiellement les impacts sonores des chantiers mais ceux-ci ne doivent pas détériorer l'environnement sonore pour des riverains déjà fortement soumis au bruit routier (zones de PNB)	
	S5	<u>Phase chantier</u> **:** La phase chantier de la gare de Saint Cloud aura un impact fort en raison de la grande proximité avec les établissements hospitaliers	
	S6	<u>Phase chantier</u> : La phase chantier des gares aura un impact sonore faible à modéré sur les établissements scolaires identifiés car ceux-ci sont situés à plus de 100m des gares	
	S7	<u>Phase chantier</u> : Fort en phase chantier pour le parc de Saint Cloud en raison de la localisation de 2 ouvrages au sein du Parc.	
	S8	<u>Phase exploitation</u> **:** Impacts faibles pour les ouvrages annexes prévus dans le parc de Saint Cloud	

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
	S9	<u>Phase chantier / exploitation</u> : Nul pour le Mont Valérien en raison de son éloignement avec le projet	
Vibrations	T1	<u>Gare de Saint-Cloud</u> Le tunnel se positionne à environ 20m de profondeur dans un secteur de carrières et de présence d'établissement sensibles	<u>Phase étude et chantier</u> - Mise en œuvre de techniques constructives spécifiques - Mesures sur site en cours de travaux <u>Phase exploitation</u> - Réalisation de modélisations vibratoires - Dispositifs techniques de réduction des vibrations - Réalisation de simulations avec mesures in-situ avant le démarrage de l'exploitation et en exploitation - Indemnisation des impacts constatés - Entretien du matériel roulant et de l'infrastructure
	T2	<u>Gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien »</u> Le tunnel se positionne à 18m de profondeur , Un bâti de grande hauteur est identifié au droit du tunnel	
	T3	<u>Abords de l'OA 252</u> Le tunnel s'inscrit à 12m de profondeur, dans une zone admettant des bâtis de grandes hauteurs	
Ondes électromagnétiques	U1	<u>Tunnel et ensemble des ouvrages</u> Impact lié aux antennes et courant électriques inférieurs aux seuils sanitaires et réglementaires	<u>Phase étude et chantier</u> Choisir des matériels performants sur ce critère. Mise en place de cages de Faraday ou équivalent si nécessaire <u>Phase exploitation</u> Choisir des équipements électriques en fonction des paramètres de champs électromagnétiques
Santé et sécurité	V1	Emissions de polluants atmosphériques dans l'air extérieur induits par la construction des infrastructures du Grand Paris.	<u>Phase étude et chantier</u> - Limitation de l'émission de poussières - Rationalisation et optimisation du transport de matériaux et de déblais - Plans locaux de circulation temporaires - Conception générale des ouvrages - Respect des normes de sécurité aux abords des bases chantier et mise en œuvre de règles locales de circulation sur la base d'une signalisation claire et lisible <u>Phase exploitation</u> - La limitation des concentrations en particules fines dans l'environnement confiné des gares, des rames de métro et des tunnels - Suivi dans le temps des concentrations des divers polluants dans les espaces publics du réseau - Suivi des chiffre d'accidentologie issus des statistiques annuelles
	V2	Emissions de polluants atmosphériques dans l'air extérieur induits par le fonctionnement des infrastructures du Grand Paris.	
	V3	Amélioration globale de la qualité de l'air grâce au report modal de la voiture particulière vers les transports en commun, ainsi qu'aux plans d'amélioration de la qualité du parc bâti accompagnant la mise en service du Grand Paris.	
	V4	Risques de concentrations de particules fines dans les espaces confinés du métro.	
	V5	Diminution du nombre d'accidents et de victimes sur le réseau routier suite à la mise en service du Grand Paris.	
	V6	Prise en compte de la sureté des personnes dans l'aménagement des gares afin de réduire ce sentiment d'insécurité.	

4.1.2 Impacts et mesures pour la section Nanterre la Boule – Bécon les Bruyères



Impacts et mesures – section Nanterre la Boule – Bécon les Bruyères

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Climatologie	A2	Pas d'impact sur la section	
Relief	B2	Au niveau de l'arrière gare et du site de remisage de Nanterre La Folie Modifications temporaires de relief dont l'ampleur dépend de la zone de stockage des terres excavées en attente de transport hors site	Phase étude et chantier - Adaptation du profil en long dans les secteurs en pente - Gestion des déblais à définir en conformité avec le SDED
Eaux superficielles	C2	Pas d'impact sur la section	
Pédologie	D2	Enjeu non significatif au niveau de la gare Nanterre la Folie au vu du remaniement des sols par les opérations récentes d'aménagement. Pas d'impact sur la section	
Géologie		*Carrières*	Phase étude et chantier - Investigations des anciennes carrières et reconnaissances approfondies avant le chantier - Utilisation des résultats des études d'interférométrie radar - Etude de vulnérabilité du bâti - Auscultation des zones sensibles - Arrêt des travaux si problème et mise en œuvre d'une bande de sécurisation - Choix de la technique du tunnelier pour la construction du tunnel et technique de conception des gares adaptée à la présence d'argiles
	E5	Gare de Nanterre la Boule, OA 261 et OA 262 Inscrits au sein d'anciennes carrières aériennes comblées.	
		Retrait-gonflement des argiles	
	E6	Gares Nanterre la Folie et La Défense, OA 271, OA 281 et OA 282, arrière gare de Nanterre la Folie et Puits de sortie tunnelier de Nanterre Inscrits en zone d'aléa faible	
Hydrogéologie		*Pompage préalable en phase chantier et mise en communication des nappes*	
	F7	Ensemble des ouvrages (hors Gare de La Défense) Absence d'impact lié à la mise en œuvre de méthode constructives adaptées (creusement au tunnelier, réalisation de parois moulées pour les ouvrages du linéaire	
	F8	Gare de la Défense Réalisée en dehors des méthodes de parois moulées, risques de tassements lié aux rabattements Impacts potentiellement fort sur les installations géothermiques aux abords de la gare	Phase étude et chantier - Définition des méthodes constructives à prévoir en phase AVP et estimations des pompages nécessaires pour assécher le fond de fouille lors de la réalisation du DLE - Evaluation des éventuels tassements à proximité des ouvrages
	F9	Gare de Bécon-les-Bruyères :Extension des gares réalisées hors protection des parois moulées	
		Remontée de nappes	Phase étude et chantier
	F10	Gare Nanterre la Boule, de La Défense, de Bécon-les-	

		Bruyères, OA281, OA 282 et OA 283 Inscrits en zone de nappe d'aléa très fort à fort	- Identification des propriétaires des ouvrages voisins de la ligne et subissant l'impact des rabattements, suivi piézométrique à proximité de ces ouvrages des effet et dédommagement si le préjudice est avéré. - Suivi de la piézométrie pendant le début de l'exploitation. - arrêt des chantiers voire évacuation - positionnement des trémies à une cote supérieure à la cote de remontée de nappe. A défaut, les installations devront pouvoir accepter un certain niveau d'inondation Phase exploitation - Réalisation de nouvelles modélisations dans le secteur de La Défense - Recensement des parkings souterrains voisins situés dans l'emprise du secteur présentant un relèvement du niveau piézométrique
	F11	OA 261, OA 262 Inscrits en zone d'aléa modéré	
	F12	Gare de Nanterre-la-Folie, OA 271, puits de sortie tunnelier de Nanterre, arrière gare de Nanterre Inscrits en zone d'aléa faible	
		Effets barrage (exploitation)	
	F13	Pas d'impact pressentis sur la section à ce stade des études	
Occupation du sous-sol	G10	Tunnel : Croisement avec le réseau GRT Gaz (couverture d'environ 7m)	Phase étude et chantier - Mise en place de parois moulées pour la réalisation des gares (hors gare de La Défense) et de ouvrages annexes - Utilisation d'un tunnelier - Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions - Ajustement du profil en long de l'infrastructure - Travaux de dévoiement ou de confortement des ouvrages en place pour limiter les incidences en cas de déstabilisation des sols - Etudes géotechniques approfondies et sondages pour les passages à proximité de fondations profondes ou d'ouvrages - Etudes complémentaires des ouvrages souterrains et de leur comportement vis-à-vis des travaux projetés - Études complémentaires sur la vulnérabilité des bâtis - Indemnisation liées aux travaux nécessaires et/ou au relogement - Suivi des mouvements de terrain - Suivi des chantiers par des maîtres d'œuvre spécialisés
	G11	Tunnel : Interaction directe de la canalisation ENERTHERM en arrière gare de Nanterre La Folie	
	G12	Gare de La Défense : Proximité du réseau RTE (5m environ), OA 282 : Proximité du réseau RTE (environ 5m)	
	G13	Tunnel : Passage proche du collecteur CAB au Sud de Bécon les Bruyères, couverture du sol faible (4m)	
	G14	Tunnel : Sous le projet EOLE (12.5m) entre Nanterre la Folie et La Défense	
	G15	Tunnel : Sous le RER A (13m) entre l'OA 271 et la gare de La Défense	
	G16	Tunnel : Sous le RER A (9m) entre la gare de La Défense et l'OA 281	
	G17	Tunnel : Sous la ligne 1 du métro, dans le secteur de la gare de La Défense, couverture supérieure à 20m	
	G18	Tunnel : Sous la RN 192, à l'est de la gare de La Défense, couverture du sol supérieure à 20m	
	G19	Tunnel : inscrit sous de nombreux bâtiments de grande hauteur, sous le centre commercial des 4 temps et les parkings souterrains associés, sous les fondations d'infrastructures, sous l'usine de ventilation V3, sous les bureaux Cœur Défense	
	G20	Tunnel : Sous Immeuble d'habitation Place Charras à Courbevoie, couverture faible	

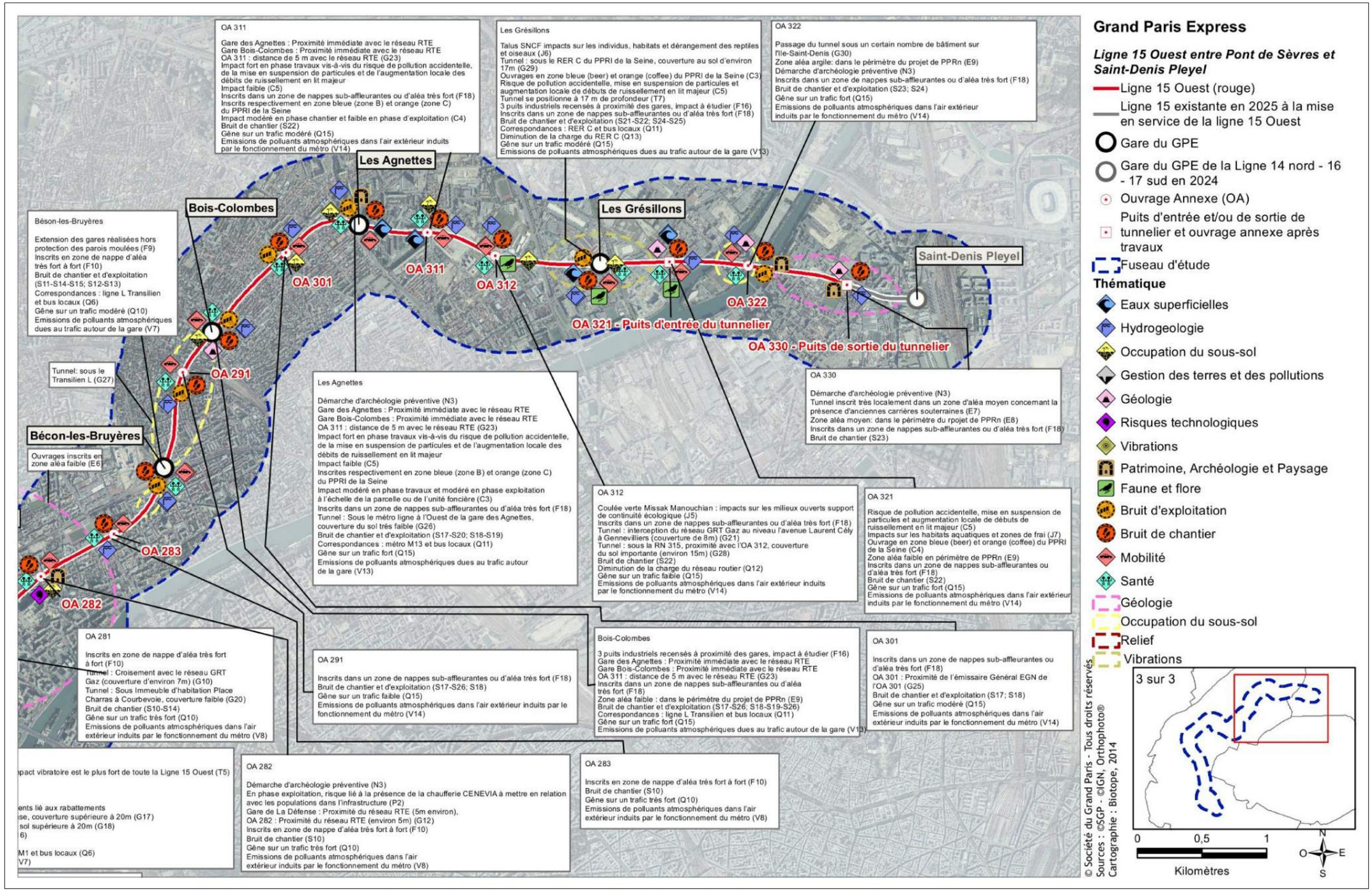
Gestion des terres	H2	<u>Tunnel et ensemble des ouvrages (hors OA 261 et OA 262)</u> Impact potentiel lié aux volumes importants à évacuer, au milieu urbain dense et au risque de pollution des sols	<u>Phase étude et chantier</u> - Evacuation par voie fluviale privilégiée ou par itinéraires routier (à définir) vers des installations spécialisées - Diagnostics de pollution et plan de gestion avec analyse des risques sanitaires - Gestion des chantiers : Arrosage des pistes de circulation, nettoyage des véhicules et engins de chantiers, utilisation de bâches limitant les envols de poussières - Suivi des chantier par un maître d'œuvre spécialisé (suivi des exposition des travailleur, suivi de la qualité de l'air ambiant en approche des bases chantier). <u>Phase exploitation</u> Respect des mesures définies dans le cadre des études de pollution
	H3	<u>OA 261 et OA 262</u> Impact lié aux volumes moyens à évacuer, au contexte urbain dense et au risque de pollution modéré	
NATURA 2000	I2	Aucun élément projet n'est prévu en secteur Natura 2000. L'entité la plus proche se trouve à plus de 2km. <u>Aucun impact direct</u>. <u>Impact indirect négligeable</u> par des pollutions diverses des habitats d'espèces sur le réseau hydraulique des habitats d'espèce ou encore sur la fréquentation des sites Natura 2000 les plus proches	<u>Phase chantier</u> <u>Pour les pollutions diverses</u> - Base chantier étanchéifiée - Opérations d'entretien et le stockage d'éléments potentiellement polluant seront effectués loin de la Seine - Récupération des eaux sur le chantier dans des bassins de décantation - Dispositif de limitation de la pollution accidentelle <u>Méthodes constructives</u> Les méthodes constructives retenues pour les ouvrages de la ligne 15 Ouest permettent d'éviter tout rabattement des nappes d'eaux souterraines, ou tout pompage directement dans les nappes. Il est en effet prévu : - Le recours à la technique des parois moulées pour la construction des gares ; - L'utilisation de tunneliers pour le creusement du tunnel qui permet de maintenir l'étanchéité du tunnel pendant tout le creusement ; - En phase d'exploitation, l'ensemble des ouvrages construits (tunnel, gares, ouvrages de sécurité…) sont étanches.
Faune-Flore-Habitats Naturels – Continuités écologiques	J4	<u>Parc Nelson Mandela – Gare de Nanterre La Folie</u> Reptiles Impacts sur les individus, les habitats et dérangement	<u>Phase chantier</u> - Rendre la zone non favorable au groupe - Mise en place de cache de substitution pour le Lézard des Murailles
Agriculture	K2	Aucun impact direct ou indirecte n'est identifié sur les milieux agricoles au regard de leur distance avec le projet.	Aucune mesure
Patrimoine culturel	L2	Seul l'ancien hôtel de Guisne est concerné par les travaux qui seront réalisés de l'autre côté de la rue	- Démarche chantier à faible nuisance - Réaménagement définis en partenariat avec l'ABF avec notamment la replantation de la haie dans le square
Grand Paysage	M2	Un paysage urbain très peu sensible, des ouvrages ponctuels ou des gares s'inscrivant dans la logique urbaines avec une certaine qualité architecturale	- Démarche chantier faibles nuisances - Principes généraux d'intégration paysagère des ouvrages
Patrimoine	N2	L'ouvrage 282 est aménagé dans une zone connue pour présenter du patrimoine archéologique mais aucun	- Démarche d'archéologie préventive

archéologique		vestige connu n'est directement touché	
Population, emplois et occupation du sol	O6	Attraction d'habitants supplémentaires dans les communes de la section étudiée (dont une grande majorité dans la commune de Nanterre) à l'horizon 2030 par rapport à la référence.	<u>Phase étude et chantier</u> - Limitation du nombre et de l'emprise des chantiers - Optimisation des itinéraires des engins de chantier <u>Phase exploitation</u> Evaluation de la compacité du développement urbain à venir Il est donc essentiel que le projet soit intégré dans un programme d'aménagement du territoire, volontariste et partagé par les acteurs du territoire, intégrant des objectifs multiples.
	O7	Préservation d'environ 1 000 ha de l'urbanisation nouvelle dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
	O8	Diminution de la construction de voiries et réseaux divers liés à la viabilisation des espaces nouvellement urbanisés d'environ 220 km dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
	O9	Consommation d'espaces ruraux et urbains de façon temporaire (chantier) ou permanente (gares et ouvrages annexes).	
	O10	En termes d'emploi, les développements prévus sur cette section se concentrent sur les communes de de Neuilly-sur-Seine et Courbevoie qui devraient connaître une croissance d'emploi à l'horizon 2030 par rapport à la référence.	
	O11	Amélioration de la desserte des communes traversées par le projet et donc des liaisons vers le centre de Paris et vers les autres bassins d'emplois du cœur d'agglomération grâce aux correspondances offertes par la Ligne 15 Ouest, notamment avec les autres lignes du Grand Paris Express.	
	O12	Redynamisation économique et sociale des communes desservies par l'infrastructure, en particulier celles qui connaissent aujourd'hui une accessibilité moindre (Nanterre La Folie).	
Risques technologiques	P2	<u>OA 282</u> En phase exploitation, risque lié à la présence de la chaufferie CENEVIA à mettre en relation avec les populations dans l'infrastructure	<u>Phase étude et chantier</u> - Respect des prescriptions réglementaires d'exploitation (réalisation d'étude ICPE) - Information et formation du personnel concernant les risques sur site - Entretien et maintenance des matériels et engins et contrôle des ICPE de chantiers par les inspecteurs de la DRIEE <u>Phase exploitation</u> Arrêt intégral ou partiel du service de voyageurs en cas de crise avérée ; Mise en place d'une procédure d'intervention des services de secours
	P3	<u>Tunnel et ensemble des ouvrages</u> Risques liés à l'exploitation du service de transport de voyageurs – impacts <u>a définir</u> lors de la réalisation des dossiers des sécurité	
Mobilité	Q6	Impact très positif : Les territoires traversés par la ligne verront leur offre en transport augmenter et bénéficieront d'une liaison ferroviaire structurante nouvelle.	<u>Phase chantier et exploitation</u> - Planification des chantiers et de l'évacuation des déblais (cf. Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais en annexe à la pièce G). Les itinéraires de déviations (véhicules, piétons et transport) et une information adéquate devraient permettre de réduire les impacts. - 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 - Suivi des chantiers sensibles vis-à-vis de la pollution du milieu souterrain par un maître d'œuvre spécialisé.
	Q7	Impact positif : réseau routier : diminution de 4 406 véhicules-kilomètres à la pointe du matin dans le périmètre d'étude, soit -1,3% par rapport à la référence 2027	
	Q8	Impact positif : réseau ferré : réduction de la fréquentation et de la charge maximale sur le tramway T2, les lignes de Transilien N et L et le métro 13.	

	Q9	Impact positif : Augmentation de 0,3 point de la part modale des transports en commun pour les déplacements ayant comme origine le périmètre d'étude, par rapport à la référence 2027	
	Q10	Les impacts sont le charroi des véhicules nécessaires aux chantiers, les déviations d'itinéraires engendrées, les impacts sur la voirie et les impacts sur les transports en commun et les modes actifs.	
Energie et émissions de gaz à effet de serre	R6	Réduction globale et durable des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effets de la Région Ile-de-France.	<u>Phase étude et chantier</u> - Rationnaliser et optimiser le transport de matériaux et de déblais - Respect des plannings - Choix des méthodes constructives limitant les émissions de GES <u>Phase exploitation</u> - Définition de choix stratégiques réduisant les besoins de l'infrastructures - Construction de bâtiments faiblement énergivores - Evaluation des consommations du matériel roulant et des bâtiments en cours d'exploitation - Préconisations liées à l'optimisation de la consommation énergétique - Utilisation d'énergies renouvelables - Encourager le report modal vers les transports en commun - Favoriser la densification autour des gare et limiter l'étalement urbain territorial Outil de suivi des émissions de GES
	R7	Consommations d'énergie et émissions de gaz à effets de serre induites par la construction et le fonctionnement du métro du Grand Paris.	
	R8	Report modal important de la voiture particulière vers les transports en commun grâce à la nouvelle offre du Grand Paris.	
	R9	Consommations d'énergie et émissions de gaz à effets de serre induites par la construction et le fonctionnement des bâtiments du Grand Paris.	
	R10	Réduction des consommations et émissions du bâti grâce aux plans de construction, de densification et de rénovation des bâtiments aux abords des nouvelles gares.	
Bruit	S10	<u>Phase chantier</u> **:** Faible à Modéré en phase chantier car l'environnement sonore est assez bruyant et les ouvrages sont bien localisés	<u>Phase étude et chantier</u> - Méthodes constructives de parois moulées - Restriction des horaires de chantier et respect des plannings de travaux - Adapter l'organisation des zones de chantier - Mise en place de supports de communication adaptés - Présence d'agents de proximité sur les chantiers <u>Phase exploitation</u> - Conception de la structure des locaux techniques pour contenir les nuisances sonores - Isoler les équipements techniques - Élaboration d'une charte architecturale - Concertation avec les acteurs locaux - Aménagement de pôles bus et réaménagement des liaisons bus - Implantation des ouvrages de sécurité à plus de 8 mètres des façades avec fenêtres - L'installation des ventilateurs sur des amortisseurs - Mise en place de filtres pour réduire les niveaux de bruit - Élaboration de modélisations sonores - Mesures in situ du niveau de bruit
	S11	<u>Phase chantier</u> **:** Fort pour la Gare de Nanterre la Boule et Bécon les Bruyères car les riverains sont très proches et pour l'arrière gare de Nanterre la Folie réalisée en tranchée	
	S12	<u>Phase Exploitation</u> **:** Impacts nuls à faibles pour les ouvrages annexes et les équipements techniques des gares	
	S13	<u>Phase Exploitation</u> **:** Pour les gares : impacts indirects faibles en raison bonne accessibilité aux gares et environnement sonore initial assez bruyant sauf pour la gare de Bécon les Bruyères qui est enclavée	
	S14	<u>Phase chantier</u> **:** Modéré car Le bruit généré par le trafic routier et/ ou ferroviaire masquera partiellement les impacts sonores des chantiers mais ceux-ci ne doivent pas détériorer l'environnement sonore pour des riverains déjà fortement soumis au bruit (zones de PNB)	
	S15	<u>Phase chantier</u> **:** Faible car les établissements hospitaliers sont assez éloignés des ouvrages (> 100m)	
	S16	<u>Phase chantier / exploitation</u> **:** Faible car la gare de Nanterre la Défense est réalisée en sous-œuvre, ce qui réduit les nuisances sonores. Le projet n'aura pas d'impacts sonores sur les parcs urbains recensés	

Vibrations	T4	<u>Abords de la gare Nanterre la Folie, arrière gare de Nanterre la Folie et puits</u> Le tunnel se positionne à 17m de profondeur	<u>Phase étude et chantier</u> - Mise en œuvre de techniques constructives spécifiques - Mesures sur site en cours de travaux <u>Phase exploitation</u> - Réalisation de modélisations vibratoires - Dispositifs techniques de réduction des vibrations - Réalisation de simulations avec mesures in-situ avant le démarrage de l'exploitation et en exploitation - Indemnisation des impacts constatés - Entretien du matériel roulant et de l'infrastructure
	T5	<u>Gare de La Défense</u> Au vu de la densité exceptionnelle de bâtis et d'ouvrages souterrains, l'impact vibratoire est le plus fort de toute la Ligne 15 Ouest	
	T6	<u>Abords de l'OA 281</u> Le tunnel s'inscrit à 12m de profondeur	
	T7	<u>Abords de l'OA 282</u> Le tunnel se positionne à 17m de profondeur	
Ondes électromagnétiques	U2	<u>Tunnel et ensemble des ouvrages</u> Impact lié aux antennes et courant électriques inférieur aux seuils sanitaires et réglementaires	<u>Phase étude et chantier</u> Choisir des matériels performants sur ce critère. Mise en place de cages de Faraday ou équivalent si nécessaire <u>Phase exploitation</u> Choisir des équipements électriques en fonction des paramètres de champs électromagnétiques
Santé et sécurité	V7	Emissions de polluants atmosphériques dans l'air extérieur induits par la construction des infrastructures du Grand Paris.	<u>Phase étude et chantier</u> - Limitation de l'émission de poussières - Rationalisation et optimisation du transport de matériaux et de déblais - Plans locaux de circulation temporaires - Conception générale des ouvrages - Respect des normes de sécurité aux abords des bases chantier et mise en œuvre de règles locales de circulation sur la base d'une signalisation claire et lisible <u>Phase exploitation</u> - La limitation des concentrations en particules fines dans l'environnement confiné des gares, des rames de métro et des tunnels - Suivi dans le temps des concentrations des divers polluants dans les espaces publics du réseau - Suivi des chiffre d'accidentologie issus des statistiques annuelles
	V8	Emissions de polluants atmosphériques dans l'air extérieur induits par le fonctionnement des infrastructures du Grand Paris.	
	V9	Amélioration globale de la qualité de l'air grâce au report modal de la voiture particulière vers les transports en commun, ainsi qu'aux plans d'amélioration de la qualité du parc bâti accompagnant la mise en service du Grand Paris.	
	V10	Risques de concentrations de particules fines dans les espaces confinés du métro.	
	V11	Diminution du nombre d'accidents et de victimes sur le réseau routier suite à la mise en service du Grand Paris.	
	V12	Prise en compte de la sureté des personnes dans l'aménagement des gares afin de réduire ce sentiment d'insécurité.	

4.1.1 Impacts et mesures pour la section Bécon les Bruyères – Saint-Denis-Pleyel



Impacts et mesures – section Bécon les Bruyères – Saint-Denis Pleyel

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Climatologie	A3	Pas d'impact sur la section	
Relief	B3	Pas d'impact sur la section	
Eaux superficielles		*Inondations*	Phase étude et chantier - Etudes réglementaires Loi sur l'Eau à mener post-DUP : prise en compte des préconisations du PPRI et du périmètre de protection de la prise d'eau de Seine - Consultation des gestionnaires des réseaux humides et mise en place d'ouvrages temporaires de collecte des eaux pluviales au niveau des bases chantier - Gestion de chantier : Plan de Secours en cas de pollutions accidentelles, entretien des engins, système de stockage des produits polluants - Suivi des niveaux de la Seine Phase exploitation - Mise en œuvre de dispositifs étanches d'obturation - Restitution des volumes et des surfaces pris à la crue dans les zones d'expansion - Suivi de fonctionnement des ouvrages d'assainissement pluvial
	C3	Gare des Agnettes et des Grésillons Inscrites respectivement en zone bleue (zone B) et orange (zone C) du PPRI de la Seine Impact modéré en phase travaux et modéré en phase exploitation à l'échelle de la parcelle ou de l'unité foncière	
	C4	OA 311 et OA 321 Inscrits respectivement en zone bleue (zone B) et orange (zone C) du PPRI de la Seine Impact modéré en phase chantier et faible en phase d'exploitation	
		Pollutions des eaux superficielles	
	C5	Gare des Agnettes et des Grésillons, OA 311 et OA 321 Impact fort en phase travaux vis-à-vis du risque de pollution accidentelle, de la mise en suspension de particules et de l'augmentation locale des débits de ruissellement en lit majeur Impact faible en phase exploitation	
Pédologie	D3	Pas d'impact sur la section	
Géologie		*Carrières*	Phase étude et chantier - Investigations des anciennes carrières et reconnaissances approfondies avant le chantier - Utilisation des résultats des études d'interférométrie radar - Etude de vulnérabilité du bâti - Auscultation des zones sensibles - Arrêt des travaux si problème et mise en œuvre d'une bande de sécurisation - Choix de la technique du tunnelier pour la construction du tunnel et technique de conception des gares adaptée à la présence d'argiles
	E7	Tunnel inscrit très localement dans un zone d'aléa moyen concernant la présence d'anciennes carrières souterraines	
		Retrait-gonflement des argiles	
	E8	Zone aléa moyen : OA 330 (Puits de sortie du tunnelier) dans le périmètre du projet de PPRn	
	E9	Zone aléa faible : Gare Bois-Colombes, OA 321 (Puits d'entrée du tunnelier) + OA 322 dans le périmètre du projet de PPRn	

Critères à enjeu	N°	Caractéristique de l'impact	Mesures mises en œuvre
Hydrogéologie		*Pompage préalable en phase chantier et mise en communication des nappes*	
	F14	Ensemble des ouvrages Absence d'impact lié à la mise en œuvre de méthode constructives adaptées (creusement au tunnelier, réalisation de parois moulées pour les ouvrages du linéaire	
		Qualité des eaux souterraines	Phase étude et chantier - Prise en compte en amont des contraintes liées au champ captant afin d'éviter les situations à risque pour les eaux souterraines ; - Adaptation des activités sur la base vie aux contraintes liées au champ captant ;
	F15	Ensemble des ouvrages Peu d'échange avec l'extérieur de l'infrastructure en raison de son imperméabilité	
		Modification des écoulements	Phase étude et chantier - Identification des propriétaires des ouvrages voisins de la ligne et subissant l'impact des rabattements, suivi piézométrique à proximité de ces ouvrages des effet et dédommagement si le préjudice est avéré. - Suivi de la piézométrie pendant le début de l'exploitation. - arrêt des chantiers voire évacuation - positionnement des trémies à une cote supérieure à la cote de remontée de nappe. A défaut, les installations devront pouvoir accepter un certain niveau d'inondation Phase exploitation - Réalisation de nouvelles modélisations dans le secteur du champ captant de Villeneuve-la-Garenne - Recensement des parkings souterrains voisins situés dans l'emprise du secteur présentant un relèvement du niveau piézométrique - Mise en place d'un suivi piézométrique dans les secteurs sensibles du Nord du tracé pendant le début d'exploitation
	F16	Gares des Grésillons et Bois-Colombes : 3 puits industriels recensés à proximité des gares, impact à étudier	
	F17	Gares des Grésillons et des Agnettes: impact faible car faible rabattement des niveaux piézométrique	
		Remontée de nappes	
	F18	Gares de Bois-Colombes, des Agnettes, des Grésillons, OA 291, OA 301, OA 311, OA 312, OA 321 (puits d'entrée du tunnelier), OA 322, OA 330 (puits de sortie du tunnelier Inscrits dans un zone de nappes sub-affleurantes ou d'aléa très ofrt	
		Effet barrage (exploitation)	
	F19	Tunnel, gares des Agnettes, des Grésillons, OA 311 et OA 312 Effet barrage faible à négligeable	
Occupation du sous-sol	G21	Tunnel : interception du réseau GRT Gaz au niveau l'avenue Laurent Cély à Gennevilliers (couverture de 8m)	Phase étude et chantier - Mise en place de parois moulées pour la réalisation des gares (hors gare de La Défense) et de ouvrages annexes - Utilisation d'un tunnelier - Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions - Ajustement du profil en long de l'infrastructure - Travaux de dévoiement ou de confortement des ouvrages en place pour limiter les incidences en cas de déstabilisation des sols - Etudes géotechniques approfondies et sondages pour les passages à proximité de fondations profondes ou d'ouvrages - Etudes complémentaires des ouvrages souterrains et de leur comportement vis-à-vis des travaux projetés - Études complémentaires sur la vulnérabilité des bâtis - Indemnisation liées aux travaux nécessaires et/ou au relogement - Suivi des mouvements de terrain
	G22	Tunnel : recoupe réseau TRAPIL entre la gare des Grésillons et l'OA 322, proximité de la canalisation	
	G23	Gare des Agnettes : Proximité immédiate avec le réseau RTE Gare Bois-Colombes : Proximité immédiate avec le réseau RTE OA 311 : distance de 5 m avec le réseau RTE	

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
	G24	Tunnel : Interception des collecteurs eaux usées, couverture du sol faible (4m)	- Suivi des chantiers par des maîtres d'œuvre spécialisés
	G25	OA 301 : Proximité de l'émissaire Général EGN de l'OA 301	
	G26	Tunnel : Sous le métro ligne à l'Ouest de la gare des Agnettes, couverture du sol très faible	
	G27	Tunnel : sous le Transilien L au niveau de Bécon-les-Bruyères, au Sud-Ouest de Bois-Colombes	
	G28	Tunnel : sous la RN 315, proximité avec l'OA 312, couverture du sol importante (environ 15m)	
	G29	Tunnel : sous le RER C au niveau de la gare des Grésillons, couverture du sol d'environ 17m	
	G30	Passage du tunnel sous un certain nombre de bâtiment sensibles sur l'Ile-Saint-Denis, couverture du sol supérieur à 10m	
Gestion des terres	H4	Tunnel et ensemble des ouvrages Impact lié aux volumes importants à évacuer, au milieu urbain dense et au risque de pollution des sols	Phase étude et chantier - Evacuation par voie fluviale privilégiée ou par itinéraires routier (à définir) vers des installations spécialisées - Diagnostics de pollution et plan de gestion avec analyse des risques sanitaires - Gestion des chantiers : Arrosage des pistes de circulation, nettoyage des véhicules et engins de chantiers, utilisation de bâches limitant les envols de poussières - Suivi des chantier par un maître d'œuvre spécialisé (suivi des exposition des travailleur, suivi de la qualité de l'air ambiant en approche des bases chantier). Phase exploitation Respect des mesures définies dans le cadre des études de pollution
NATURA 2000	I3	Aucun élément projet n'est prévu en secteur Natura 2000. L'entité la plus proche se trouve à plus de 2km. Aucun impact direct. Impact indirect négligeable par des pollutions diverses des habitats d'espèces sur le réseau hydraulique des habitats d'espèce ou encore sur la fréquentation des sites Natura 2000 les plus proches	Phase étude et chantier Pour les pollutions diverses - Base chantier étanchéifiée - Opérations d'entretien et le stockage d'éléments potentiellement polluant seront effectués loin de la Seine - Récupération des eaux sur le chantier dans des bassins de décantation - Dispositif de limitation de la pollution accidentelle Méthodes constructives Les méthodes constructives retenues pour les ouvrages de la ligne 15 Ouest permettent d'éviter tout rabattement des nappes d'eaux souterraines, ou tout pompage directement dans les nappes. Il est en effet prévu : - Le recours à la technique des parois moulées pour la construction des gares ; - L'utilisation de tunneliers pour le creusement du tunnel qui permet de maintenir l'étanchéité du tunnel pendant tout le creusement ; - En phase d'exploitation, l'ensemble des ouvrages construits (tunnel, gares, ouvrages de sécurité…) sont étanches.

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
Faune-Flore-Habitats Naturels - Continuités écologiques	J5	Coulée verte de Gennevilliers Continuités écologiques	- Mise en place d'une gestion différenciée
	J6	Talus SNCF Gare des Grésillons Reptiles :Impacts sur les individus, les habitats et dérangement Oiseaux :Impacts sur les habitats et dérangement	<u>Reptiles</u> - Rendre la zone non favorable au groupe - Mise en place de cache de substitution pour le Lézard des Murailles <u>Oiseaux</u> - Adaptation du calendrier travaux - passage d'un écologue pour éviter la destruction de nids
	J7	Berges de Seine quai des Caboeufs Habitats aquatiques et frayères	- Base chantier étanchéifiée - Opérations d'entretien et le stockage d'éléments potentiellement polluant seront effectués loin de la Seine - Récupération des eaux sur le chantier dans des bassins de décantation - Dispositif de limitation de la pollution accidentelle
Agriculture	K3	Aucun impact direct ou indirecte n'est identifié sur les milieux agricoles au regard de leur distance avec le projet.	Aucune mesure
Patrimoine culturel	L3	Très peu d'interaction avec les monuments historiques. Le puit d'entrée du tunnelier OA321 est situé à proximité du centre sportif municipal de Saint-Ouen mais la végétation des berges filtre les vues	- Démarche chantier faibles nuisances - Réaménagement définis en partenariat avec l'ABF avec notamment la replantation de la haie dans le square
Grand Paysage	M3	Un paysage urbain très peu sensible, des ouvrages ponctuels ou des gares s'inscrivent dans la logique urbaine avec une certaine qualité architecturale	- Démarche chantier faibles nuisances - Principes généraux d'intégration paysagère des ouvrages
Patrimoine archéologique	N3	Plusieurs ouvrages situés dans la vallée de la Seine connue pour abriter des vestiges archéologiques	Démarche d'archéologie préventive
Population, emplois et occupation du sol	O13	Attraction d'habitants supplémentaires dans les communes de cette section à l'horizon 2030 par rapport à la référence.	<u>Phase étude et chantier</u> - Limitation du nombre et de l'emprise des chantiers - Optimisation des itinéraires des engins de chantier <u>Phase exploitation</u> Evaluation de la compacité du développement urbain à venir Il est donc essentiel que le projet soit intégré dans un programme d'aménagement du territoire, volontariste et partagé par les acteurs du territoire, intégrant des objectifs multiples.
	O14	Préservation d'environ 2 000 ha de l'urbanisation nouvelle dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
	O15	Diminution de la construction de voiries et réseaux divers liés à la viabilisation des espaces nouvellement urbanisés d'environ 420 km dans les communes de la section étudiée à l'horizon 2030.	
	O16	Consommation d'espaces ruraux et urbains de façon temporaire (chantier) ou permanente (gares et ouvrages annexes).	
	O17	Les développements futurs relatifs à l'emploi ne se focalisent pas sur cette section.	
	O18	Amélioration de la desserte des communes traversées par le projet et donc des liaisons vers le centre de Paris et vers les autres bassins d'emplois du cœur d'agglomération grâce aux correspondances offertes par la Ligne 15 Ouest, notamment avec les autres lignes du	

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
		Grand Paris Express.	
	O19	Redynamisation économique et sociale des communes desservies par l'infrastructure, en particulier celles qui connaissent aujourd'hui une accessibilité moindre.	
Risques technologiques	P3	Tunnel et ensemble des ouvrages Risques liés à l'exploitation du service de transport de voyageurs – impacts a définir lors de la réalisation des dossiers des sécurité	Phase étude et chantier - Respect des prescriptions réglementaires d'exploitation (réalisation d'étude ICPE) - Information et formation du personnel concernant les risques sur site - Entretien et maintenance des matériels et engins et contrôle des ICPE de chantiers par les inspecteurs de la DRIEE Phase exploitation Arrêt intégral ou partiel du service de voyageurs en cas de crise avérée ; Mise en place d'une procédure d'intervention des services de secours
Mobilité	Q11	Impact très positif : Les territoires traversés par la ligne verront leur offre en transport augmenter et bénéficieront d'une liaison ferroviaire structurante nouvelle.	Phase chantier et exploitation - Planification des chantiers et de l'évacuation des déblais (cf. Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais en annexe à la pièce G). Les itinéraires de déviations (véhicules, piétons et transport) et une information adéquate devraient permettre de réduire les impacts. - 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 Suivi des chantiers sensibles vis-à-vis de la pollution du milieu souterrain par un maître d'œuvre spécialisé.
	Q12	Impact positif : réseau routier : diminution de 4 406 véhicules-kilomètres à la pointe du matin dans le périmètre d'étude, soit -1,3% par rapport à la référence 2027	
	Q13	Impact positif : réseau ferré : réduction de la fréquentation et de la charge maximale sur le tramway T2, les lignes de Transilien N et L et le métro 13.	
	Q14	Impact positif : Augmentation de 0,3 point de la part modale des transports en commun pour les déplacements ayant comme origine le périmètre d'étude, par rapport à la référence 2027	
	Q15	Les impacts sont le charroi des véhicules nécessaires aux chantiers, les déviations d'itinéraires engendrées, les impacts sur la voirie et les impacts sur les transports en commun et les modes actifs.	
Energie et émissions de gaz à effet de serre	R11	Réduction globale et durable des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effets de la Région Ile-de-France.	Phase étude et chantier - Rationnaliser et optimiser le transport de matériaux et de déblais - Respect des plannings - Choix des méthodes constructives limitant les émissions de GES Phase exploitation - Définition de choix stratégiques réduisant les besoins de l'infrastructures - Construction de bâtiments faiblement énergivores - Evaluation des consommations du matériel roulant et des bâtiments en cours d'exploitation - Préconisations liées à l'optimisation de la consommation énergétique - Utilisation d'énergies renouvelables - Encourager le report modal vers les transports en commun - Favoriser la densification autour des gare et limiter l'étalement urbain territorial - Outil de suivi des émissions de GES
	R12	Consommations d'énergie et émissions de gaz à effets de serre induites par la construction et le fonctionnement du métro du Grand Paris.	
	R13	Report modal important de la voiture particulière vers les transports en commun grâce à la nouvelle offre du Grand Paris.	
	R14	Consommations d'énergie et émissions de gaz à effets de serre induites par la construction et le fonctionnement des bâtiments du Grand Paris.	
	R15	Réduction des consommations et émissions du bâti grâce aux plans de construction, de densification et de rénovation des bâtiments aux abords des nouvelles gares.	
Bruit	S17	Phase chantier **:** Fort du fait de nombreux riverains à proximité des ouvrages émergents et la présence	

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
		d'habitats parfois calme	
	S18	Phase Exploitation **:** Impacts faibles pour les ouvrages annexes et les équipements techniques des gares	
	S19	Phase Exploitation pour les gares : modéré en raison d'une accessibilité moyenne aux gares, des aménagements prévus aux alentours des gares et de la présence d'un établissement scolaire proche de la gare des Agnettes	Phase étude et chantier - Méthodes constructives de parois moulées - Restriction des horaires de chantier et respect des plannings de travaux - Adapter l'organisation des zones de chantier - Mise en place de supports de communication adaptés - Présence d'agents de proximité sur les chantiers Phase exploitation - Conception de la structure des locaux techniques pour contenir les nuisances sonores - Isoler les équipements techniques - Élaboration d'une charte architecturale - Concertation avec les acteurs locaux - Aménagement de pôles bus et réaménagement des liaisons bus - Implantation des ouvrages de sécurité à plus de 8 mètres des façades avec fenêtres - L'installation des ventilateurs sur des amortisseurs - Mise en place de filtres pour réduire les niveaux de bruit - Élaboration de modélisations sonores - Mesures in situ du niveau de bruit
	S20	Phase chantier **:** impact modéré car l'établissement scolaire identifié est situé à plus de 60m de la future gare	
	S21	Phase chantier **:** Modéré car Le bruit généré par le trafic routier et ferroviaire masquera partiellement les impacts sonores des chantiers mais ceux-ci ne doivent pas détériorer l'environnement sonore pour des riverains déjà fortement soumis au bruit (zones de PNB)	
	S22	Phase chantier **:** Impact faible à modéré du fait de l'éloignement de riverains et la situation des ouvrages en zone à caractère industriel	
	S23	Phase chantier **:** Impact fort pour les chantiers des ouvrages 322 et 330 à cause de la grande proximité des riverains et d'une école à Saint Denis	
	S24	Phase Exploitation **:** Impacts nuls à faibles pour les ouvrages annexes et les équipements techniques des gares	
	S25	Phase Exploitation **:** impacts indirects faibles pour la gare des Grésillons située en zone à caractère industrie	
	S26	Phase chantier / exploitation **:** Faible car les zones calmes identifiées sont assez éloignés des ouvrages de la ligne (> 100m)	
Vibration	T7	Abords de la gare des Grésillons Le tunnel se positionne à 18m sous le TN	Phase étude et chantier - Mise en œuvre de techniques constructives spécifiques - Mesures sur site en cours de travaux Phase exploitation - Réalisation de modélisations vibratoires - Dispositifs techniques de réduction des vibrations - Réalisation de simulations avec mesures in-situ avant le démarrage de l'exploitation et en exploitation - Indemnisation des impacts constatés - Entretien du matériel roulant et de l'infrastructure
Ondes électromagnétiques	U3	Tunnel et ensemble des ouvrages Impact lié aux antennes et courant électriques inférieur aux seuils sanitaires et réglementaires	Phase étude et chantier Choisir des matériels performants sur ce critère. Mise en place de cages de Faraday ou équivalent si nécessaire Phase exploitation

Critères à enjeu	*N°*	*Caractéristique de l'impact*	*Mesures mises en œuvre*
			Choisir des équipements électriques en fonction des paramètres de champs électromagnétiques
Santé et sécurité	V13	Emissions de polluants atmosphériques dans l'air extérieur induits par la construction des infrastructures du Grand Paris.	<u>Phase étude et chantier</u> - Limitation de l'émission de poussières - Rationalisation et optimisation du transport de matériaux et de déblais - Plans locaux de circulation temporaires - Conception générale des ouvrages - Respect des normes de sécurité aux abords des bases chantier et mise en œuvre de règles locales de circulation sur la base d'une signalisation claire et lisible <u>Phase exploitation</u> - La limitation des concentrations en particules fines dans l'environnement confiné des gares, des rames de métro et des tunnels - Suivi dans le temps des concentrations des divers polluants dans les espaces publics du réseau - Suivi des chiffre d'accidentologie issus des statistiques annuelles
	V14	Emissions de polluants atmosphériques dans l'air extérieur induits par le fonctionnement des infrastructures du Grand Paris.	
	V15	Amélioration globale de la qualité de l'air grâce au report modal de la voiture particulière vers les transports en commun, ainsi qu'aux plans d'amélioration de la qualité du parc bâti accompagnant la mise en service du Grand Paris.	
	V16	Risques de concentrations de particules fines dans les espaces confinés du métro.	
	V17	Diminution du nombre d'accidents et de victimes sur le réseau routier suite à la mise en service du Grand Paris.	
	V18	Prise en compte de la sureté des personnes dans l'aménagement des gares afin de réduire ce sentiment d'insécurité.	

5 Analyse des impacts cumulés avec les projets connexes

5.1 Présentation des projets connexes retenus pour l'analyse des impacts cumulés

En rapport au décret n°2011-2019 du 29 décembre 2012 en application de la Loi « Grenelle II », retranscrit au sein du code de l'environnement, cette partie traitera des effets cumulés du projet avec les projets connexes, sur l'environnement et sur la santé humaine.

Dans cette partie, les projets connexes pris en compte concernent :

- Les projets de planifications du territoire, à savoir les projets de CDT traversés par le linéaire de la Ligne 15 ouest,
- Les projets d'infrastructures et de transports en commun identifiés dans le fuseau d'étude,
- Les projets d'aménagement urbain sous la forme de ZAC ou quartier d'aménagement,
- Les projets de constructions de bâtiments ou de structures bâties (type centre commercial, parking,…),

L'analyse a été principalement menée sur des projets d'importance (projet d'Utilité Publique, projet d'aménagement de quartiers, projets à enjeu vis-à-vis de leur interaction avec la Ligne 15 Ouest).

Pour exemple, les opérations soumises à Permis de Construire dans le cadre de la construction d'immeuble unique n'ont pas été **systématiquement** prises en compte. En effet, l'ampleur des travaux de réalisation et les effets dus à leur exploitation ne semblent pas toujours proportionnés au regard des effets induits par la mise en œuvre de la Ligne 15 Ouest et des différents pôles « gares » associés à cette dernière. Ils ont donc été considérés au cas par cas, notamment dans le secteur de la Défense, en raison de l'occupation importante du sous-sol.

Les projets retenus dans le cadre de cette étude sont listés ci-dessous et présentés dans les paragraphes qui suivent. Ces derniers sont ceux qui :

- Ont été soumis à autorisation et ont déjà fait l'objet d'un document d'incidences au titre de la Loi sur l'Eau et d'une enquête publique,
- Ont fait l'objet d'une étude d'impact et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

A noter qu'ont été également pris en compte dans l'analyse qui suit les projets où un éventuel impact cumulé a été pressenti à ce stade préliminaire de leurs études, sans pour autant qu'ils aient fait l'objet d'une évaluation environnementale ou d'une autorisation préalable.

Dans la démarche ci-dessous, les projets connexes étudiés sont ceux pris en compte par les équipes de Maîtrise d'Œuvre dans leurs Etudes Préliminaires Approfondies.

Typologie de projets connexes	***Projet connexe concerné***	***Secteur d'interaction du projet connexe avec la Ligne 15 Ouest***
Contrat de Développement Territoriale	CDT GPSO	Secteur Boulogne-Billancourt, Issy-les-Moulineaux, Sèvres
	CDT Défense Ouest - Les Deux Seine	Secteur La Garenne-Colombes, Nanterre, Rueil-Malmaison, Suresnes
	CDT Seine-Défense	Secteur Courbevoie, Puteaux
	CDT Boucle Seine Nord	Secteur Asnières-sur-Seine, Bois-Colombes, Colombes, Gennevilliers
	CDT territoire de la Culture et de la Création	Secteur Saint-Denis, Saint-Ouen
Pôle gare Rueil-Suresnes « Mont Valérien »	Ecoquartier – Mont Valérien	Secteur Rueil - Malmaison
Pôle gare Nanterre la Boule	ZAC Centre Sainte-Geneviève	Secteur Nanterre
OIN La Défense Seine-Arche	Développement générale de l'OIN <u>Projets :</u> - Projet EOLE - Modification RN314/RD914 et franchissement du faisceau ferré (pont Hébert, pont Césaire) - ZAC des Groues - Agrandissement des installations ENERTHERM - ARENA 92 - Campus Défense - Réaménagement Cœur Transport - La Rose de Cherbourg	Secteur La Défense, Nanterre
Pôle gare de Bécon-les-Bruyères	Développement du pôle Gare <u>Projets :</u> - ZAC des Bruyères + passage sous la rue de Bois-Colombes - Passerelle RFF	Secteur Bois-Colombes

Typologie de projets connexes	*Projet connexe concerné*	*Secteur d'interaction du projet connexe avec la Ligne 15 Ouest*
Proximité de l'OA 311	ZAC Chandon-République ZAC PSA	Secteur Asnières-Gennevilliers

Liste des projets connexes retenus pour l'analyse des effets cumulés avec le projet de Ligne 15 Ouest

5.1.1 Projets de Contrats de Développement Territorial

Le projet de la Ligne 15 ouest s'inscrit au sein de territoire porteur de CDT déjà en vigueur ou de projets de CDT en cours.

La présentation des CDT dans le secteur de la Ligne 15 Ouest a été entreprise au niveau de l'état initial de la présente étude d'impact. Le lecteur est invité à s'y rendre pour de plus amples informations (volet Urbanisme Réglementaire de la partie Milieu Humain).

Pour l'heure, les CDT identifiés sont aux stades d'avancement suivants :

- Deux projets de CDT dont le nom est validé et les études sont en cours :
  - CDT Défense Ouest – Les Deux Seine,
  - CDT Seine-Défense,
- Trois CDT signés après enquête publique :
  - CDT Boucle-Seine-Nord,
  - CDT Territoire de la Culture et de la Création,
  - CDT GPSO – Innovation numérique,

5.1.2 Projet dans le secteur de la gare de Rueil-Suresnes « Mont Valérien »

Projet d'Ecoquartier – Mont Valérien

L'arrivée de la gare Rueil-Suresnes « Mont Valérien » s'accompagnera, à terme, par la réalisation d'un écoquartier, dit écoquartier Rueil – Mont Valérien.

Le projet est en cours de travail permettant de définir sa programmation à venir sur les 14 ha qui le composent.

L'opération se déroulera sur des terrains actuellement inoccupés ou en passe de l'être :

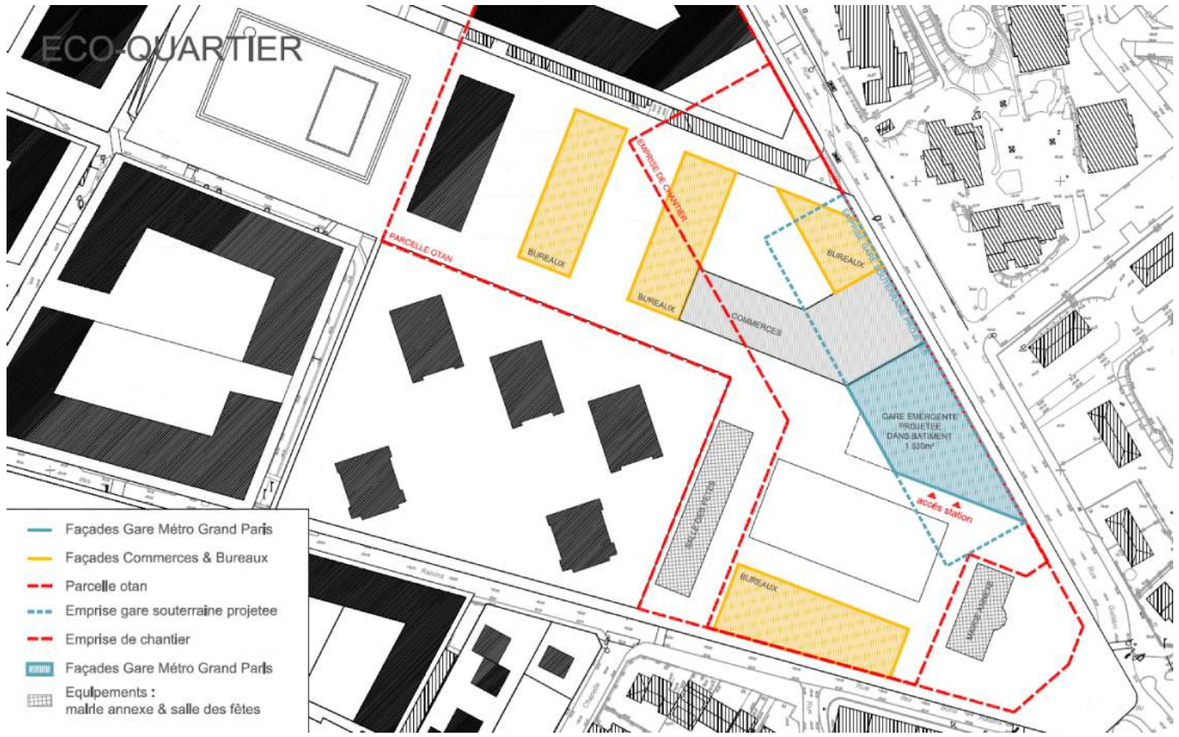
- D'anciens terrains de l'OTAN, propriétés du ministère de la Défense,
- Des terrains appartenant à Renault, qui quitte Rueil-Malmaison pour regrouper ses activités sur d'autres sites.

Du côté des équipements, la réflexion est lancée. Elle concerne la réalisation de :

- Logements privés,
- Logements sociaux en location et en accession sociale à la propriété,

- Commerces,
- Bureaux,
- Espaces verts,
- Piscine,
- Renforcement de l'école Robespierre,
- Reconstruction du centre culturel Edmond Rostand, de l'Avant-Scène, du complexe sportif Alain Mimoun.

Pour l'heure, le projet d'écoquartier en est au stade d'intentions de programmation, qui mérite de nombreux approfondissements.



Plan d'intention concernant les emprises de l'écoquartier en lien direct avec la gare Rueil-Suresnes « Mont Valérien »

5.1.3 Projets dans le secteur de la gare de Nanterre la Boule

ZAC Centre Sainte-Geneviève

Avancement 2012-2015 -> Livraison de la ZAC

Programmation de la ZAC Centre Sainte-Geneviève

Construit sur une ancienne usine de batteries, l'écoquartier a été construit après un très important travail de dépollution, nécessitant le décaissement de centaines de tonnes de terre.

A noter surtout, son système très innovant de chauffage, dont 50% provient d'une énergie renouvelable : géothermie et récupération de chaleur sur les eaux usées.

Ce programme concerne toutes les catégories de population. Parmi les futurs bâtiments créés, sont déjà identifiés :

- Des logements sociaux,
- Des logements en accession libre et en accession encadrée,

- Un foyer pour jeunes travailleurs,
- Une résidence pour apprentis,
- L'Ecole maternelle et primaire de 15 classes Abdelmayek SAYAD,
- Le centre de loisirs,
- Un parking public de 140 places.

Les premiers bâtiments ont été livrés à l'été 2012. L'ouverture de l'école est prévue pour la rentrée 2013.

Livraison totale du projet en 2015.

Programme France-Habitation

Avancement : 2014 -> Réflexions préliminaires

Le programme de réaménagement des emprises France-Habitation prévoit la déconstruction de l'immeuble existant aux abords de la place de la Boule pour la reconstruction de logements sociaux.

Initialement entrepris pour placé la gare Nanterre la Boule sous l'immeuble France-Habitation, les compléments des études préliminaires approfondies ont permis de décaler la gare Nanterre la Boule sous l'avenue Pierre et Irène Joliot-Curie, c'est-à-dire entre le parking de Décathlon et l'immeuble France-Habitation.

5.1.4 Projets de l'OIN La Défense Seine-Arche

Le territoire de l'OIN La Défense Seine-Arche représente aujourd'hui l'un des secteurs urbains les plus denses de la capitale, où le développement continu contraint les aménagements qui se succèdent.

Aujourd'hui, le seul périmètre de l'OIN identifie près de 100 projets à différentes phases d'avancement, suivant les données disponibles sur le site internet de l'EPADESA.

Dans le présent chapitre, il n'est donc pas forcément judicieux de considérer exhaustivement chaque projet, mais plutôt :

- La philosophie d'aménagement du secteur de l'OIN La Défense Seine-Arche (dont le projet est en compatibilité ; cf. partie Appréciation de la compatibilité du projet avec l'affectation des sols),
- Les projets connexes déjà identifiés par les équipes de Maîtrise d'œuvre au stade des Etudes Préliminaires Approfondies (prises comme base de réflexion de la présente étude) et interférants avec l'infrastructure de la Ligne 15 Ouest.

De fait, les projets retenus sur le territoire de l'OIN La Défense Seine-Arche pour l'analyse des effets cumulés sont présentés ci-dessous. L'approche est faite pour chaque gare et abord de gares.

5.1.4.1 Secteur Nanterre la Folie

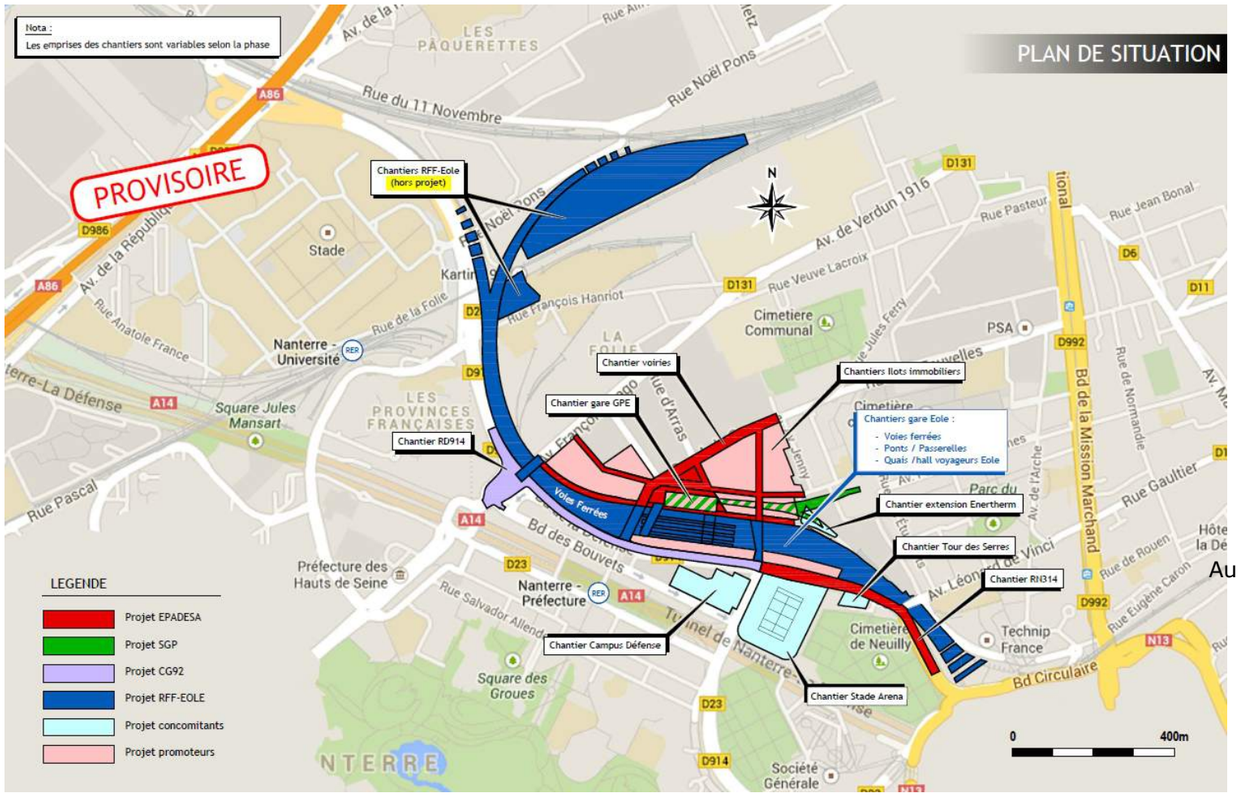
L'aménagement de ce secteur est identifié comme projet « Faisceau » par l'EPADESA.

Le projet Faisceau a pour objectif de préparer l'arrivée des projets de transports d'envergure métropolitaine à Nanterre dont, entre autres, le projet EOLE (et sa gare associée) ainsi que la gare Nanterre la Folie du réseau de transport du Grand Paris.

Les études en cours dans le secteur de Nanterre la Folie ont pour but de mener une réflexion globale portant **sur le quartier de gare de la Folie**.

Deux sujets fondamentaux sont au cœur de cette étude :

- L'insertion des gares dans le quartier de la Folie (EOLE et Grand Paris),
- Le développement d'une programmation urbaine mixte aux abords des infrastructures. Cette programmation permettra à terme :
  - L'aménagement de la ZAC de Groues (ensemble des aménagements Nord de la gare Nanterre la Folie),
  - L'aménagement du boulevard RN314/RD914,
  - L'extension des installations ENERTHERM (chauffage urbain),
  - La construction de l'ARENA 92,
  - L'édification de la tour des Serres et du Campus Défense



Aménagement provisoire des abords de gare de Nanterre la Folie (Source : Cahier de phasage des travaux d'aménagement)

- Assurer une desserte ferroviaire interne à l'Opération d'Intérêt National de La Défense Seine-Arche, dans un contexte où 80 % des déplacements y sont actuellement effectués par la route, et dont les principaux axes connaissent une saturation croissante. En parallèle, améliorer l'accessibilité locale avec des schémas de rabattement aux gares EOLE.

- Améliorer la qualité des accès à l'emploi (Nanterre, La Défense, Paris) pour les habitants de à l'Ouest de la capitale, en augmentant fréquences et choix de destination, en réduisant les temps de parcours, avec plus de confort et de régularité.

- Établir une relation directe et rapide, de l'ordre de 15 minutes, entre Nanterre-La Défense et le réseau ferroviaire Nord européen (en gare du Nord et en gare de l'Est).

- Contribuer à réduire la saturation du RER A, plafonnée à un million de voyageurs par jour, en permettant aux habitants de l'Est francilien de rejoindre directement le quartier de La Défense par une offre complémentaire,

- Offrir une opportunité de désaturation (et/ou de souplesse d'exploitation) à la gare de Paris-Saint-Lazare.

Au niveau de Nanterre, la mise en œuvre du projet s'entend par :

- La réalisation d'une gare EOLE (gare de Nanterre la Folie), en correspondance avec le RER A à Nanterre – Préfecture et la future Ligne 15 Ouest du réseau de transport du Grand Paris. Il s'agit d'entreprendre le réaménagement de la gare de triage actuelle en gare de voyageurs par la mise en œuvre de quais notamment,

- La création des correspondances : passerelle aérienne,

- La réalisation d'ouvrages techniques et de mesures de compensations : voies de retournement des trains, zone de garage du matériel roulant, bassin de rétention des eaux pluviales.

<u>Projet EOLE : infrastructure, gare, passerelle aérienne</u>

<u>Avancement</u> : début des travaux en 2015 ; Mise en service complète en 2022

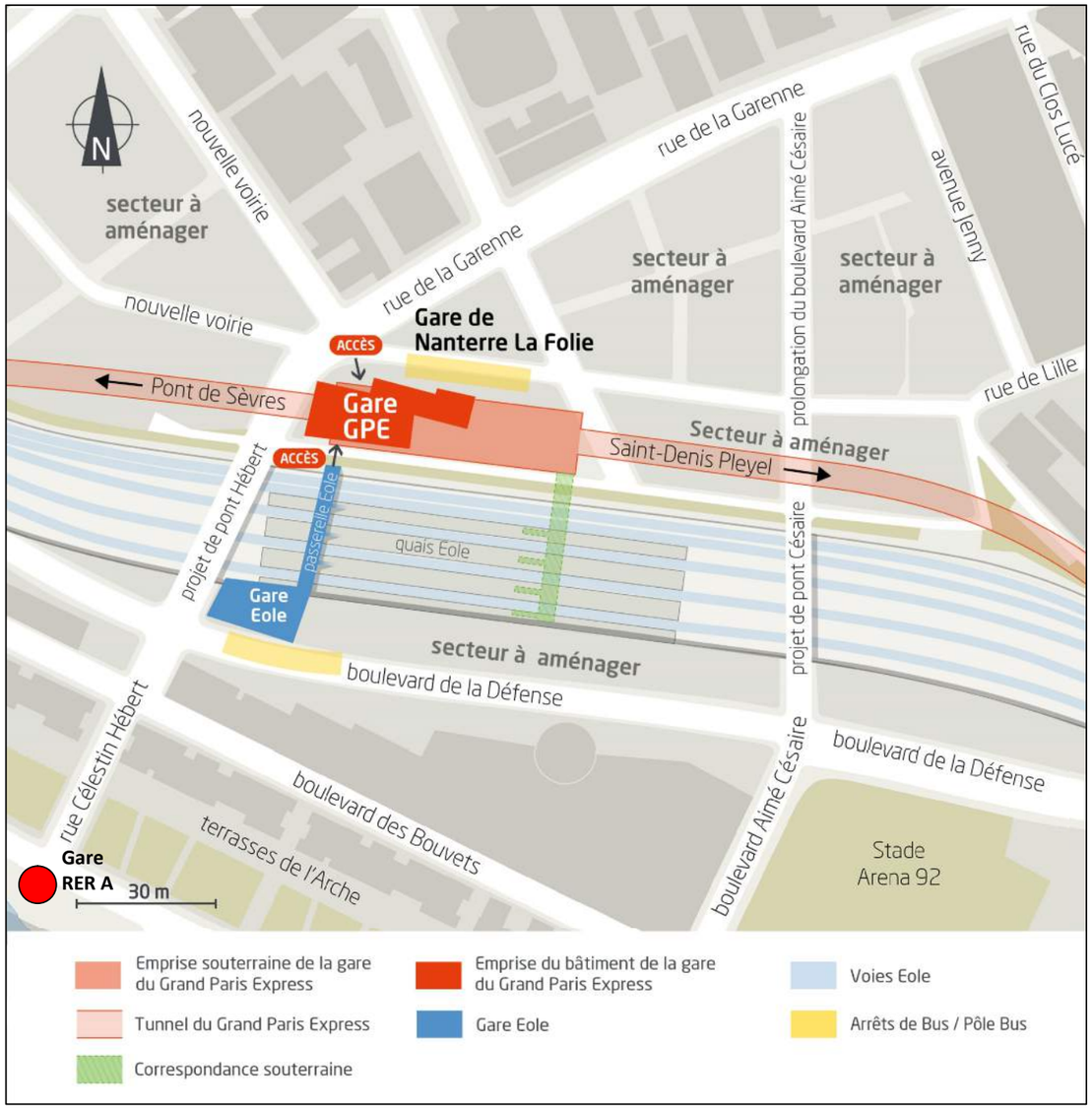
Le RER E est une ligne du Réseau Express Régional d'Île-de-France.

Depuis 1999, cette ligne relie le cœur de la capitale, à partir de la gare souterraine d'Haussmann - Saint-Lazare, à l'Est parisien avec deux branches, l'une en direction de Chelles-Gournay, l'autre jusqu'à Tournan-En-Brie (depuis 2003). Outre le terminus Haussmann-Saint-Lazare, il y a une autre gare dans Paris, Magenta, qui permet les correspondances avec la gare du Nord et la gare de l'Est. Une nouvelle gare à la périphérie Nord-Est de Paris (Évangile - Rosa Parks) est inscrite au contrat de plan État-Région 2007-2013 : sa mise en service est prévue en octobre 2015.

La réalisation du projet EOLE (prolongement du RER E à l'Ouest) provient du constat fait à la fin des années 1980 que la saturation du RER A constituait le principal problème des transports en Île-de-France. L'acronyme EOLE pour « Est-Ouest Liaison Express » traduit bien l'objectif de relier la banlieue Est à la banlieue Ouest via la capitale. Cet objectif demeure.

Le prolongement du RER E à l'Ouest poursuit cinq objectifs fondamentaux :

Insertion de la gare de Nanterre la Folie en correspondance avec le projet EOLE (gare et quais)

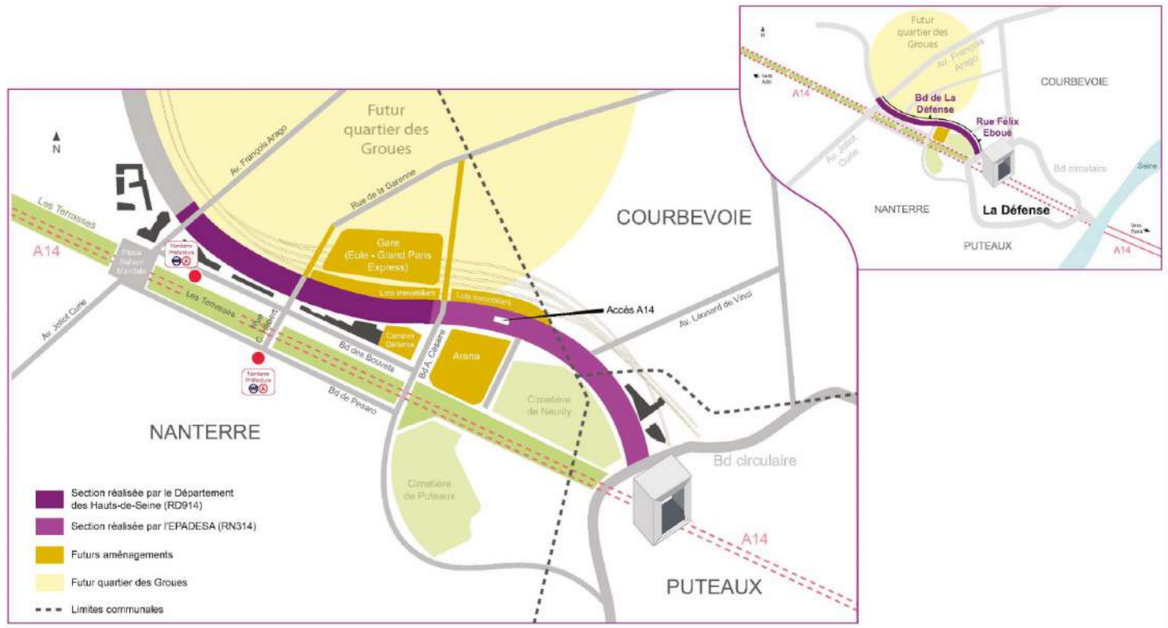


<u>Modification de la RN314/RD914 et franchissement du faisceau ferré (pont Hébert, pont Césaire)</u>

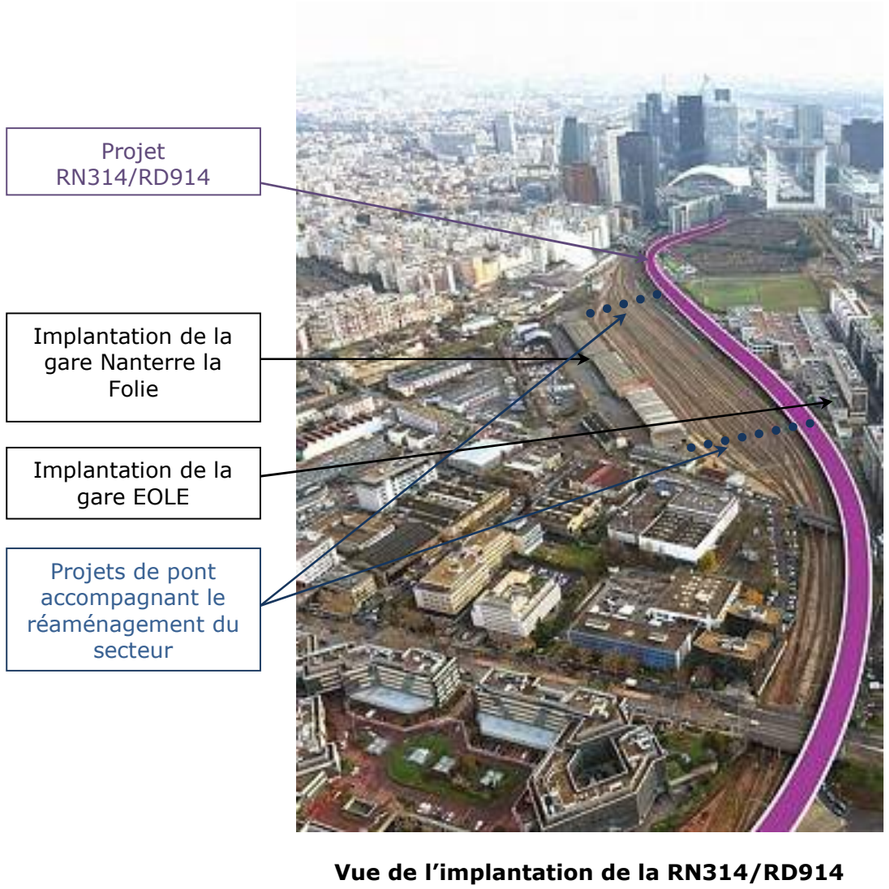
<u>Avancement</u> : Automne 2014 –> Concertation préalable, enquête publique prévue pour 2015

Le Boulevard de La Défense (RD914) et la rue Félix Eboué (RN314) font aujourd'hui l'objet d'un projet d'aménagement pour accompagner la transformation urbaine de part et d'autre de cet axe comprenant :

- Un quartier mixte sur le secteur des Groues (cf. ci-dessous, autre projet connexe à la gare Nanterre la Folie),
- Un futur pôle de transports : EOLE et réseau de transport du Grand Paris,
- L'aréna 92 Nanterre La Défense, équipement sportif et de loisirs à l'échelle métropolitaine (cf. ci-dessous, autre projet connexe à la gare Nanterre la Folie),
- Les terrasses, espace public majeur.



Insertion du projet de modification de la RN314/RD914 (Source : EPADESA)



Vue de l'implantation de la RN314/RD914

Le Conseil général des Hauts-de-Seine et l'EPADESA souhaitent transformer le boulevard de La Défense en un boulevard urbain selon plusieurs objectifs :

- Adapter le boulevard aux futurs développements du secteur par une mise à double sens afin de délester la voirie locale,
- Apaiser la circulation automobile tout en assurant la fluidité du trafic,
- Accompagner le développement du futur quartier des Groues,
- Accompagner la mise en service de la future gare de Nanterre la Folie (EOLE, réseau de transport du Grand Paris),
- Favoriser le partage de l'espace public entre les différents usagers,
- Renforcer la sécurité de l'ensemble des usagers de l'espace public,
- Procéder à des aménagements qualitatifs, en particulier sur le plan paysager,
- Créer des cheminements piétons confortables.

Nouveaux itinéraires associés aux modifications des RN314/RD914

<u>Projet de ZAC des Groues</u>

<u>Avancement</u> : Année 2014 -> Concertation sur la création de EAC des Groues ; Année 2018 : Arrivée des premiers habitants et livraison des premiers équipements publics

La ZAC des Groues est un projet d'ampleur au niveau du secteur La Défense Seine-Arche. Grâce au prolongement du RER E (EOLE), à l'arrivée du Grand Paris Express et à la reconversion de l'actuelle gare de triage en gare voyageur notamment, le quartier des Groues s'apprête à changer drastiquement de visage.

Après un premier socle d'études conduites sur les grands axes de développement de la zone des Groues, une révision du « plan guide » a été effectuée en 2013 pour actualiser la vision globale du projet et permettre au projet d'évoluer plus facilement au fur et à mesure de son déroulement.

Les pistes de développement retenues pour le projet ZAC des Groues sont les suivantes :

- Désenclavement du site, actuellement isolé du reste de Nanterre par le réseau ferroviaire et la RD914
- Amélioration de l'offre en transports en commun (réaménagement en particulier autour de l'avenue Arago et de la future gare de la Folie)

- Valorisation des paysages et du patrimoine du site (accent sur les vues panoramiques sur la Défense, halles ferroviaires…)

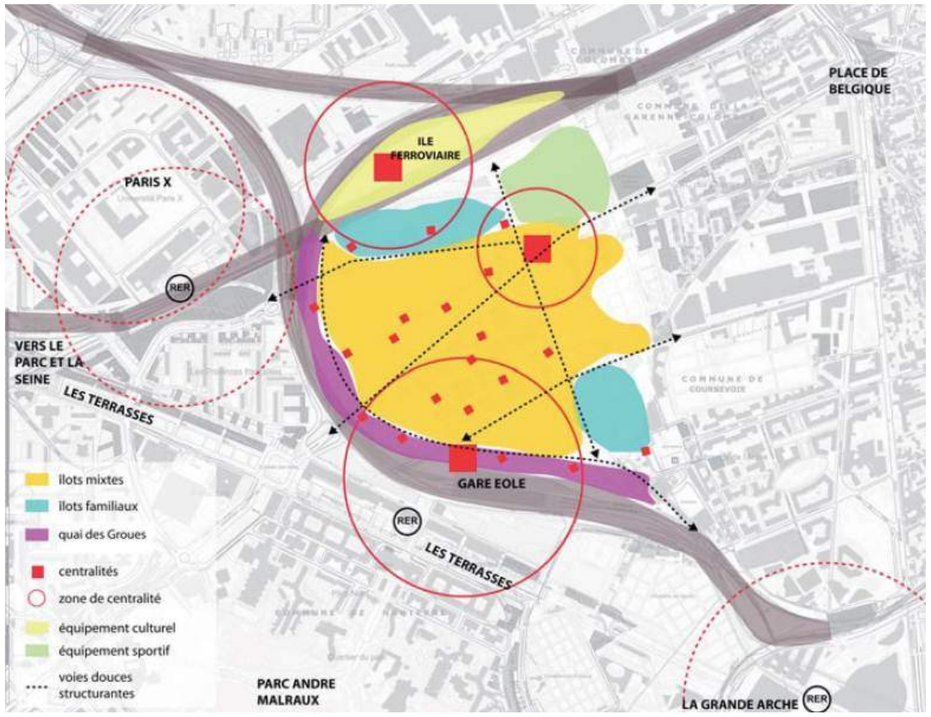
- Diversification de la zone : bureaux, logements, équipements de proximité, avec une majorité de logements (4500 d'ici à 2025)

Selon les informations recueillies auprès de l'EPADESA, une convention partenariale entre Réseau Ferré de France, la Société du Grand Paris, la Ville de Nanterre et l'EPADESA pour l'organisation des opérations d'aménagement du quartier de gare de la Folie-Les Groues a été signée le 9 juillet 2013.

Cette convention doit permettre :

- D'assurer la bonne articulation des opérations au sein du quartier de gare de la Folie-Les Groues,

- De fixer les modalités de participation de chacun dans le financement des études et de coordination des chantiers.



Premières intentions de programmation de la ZAC des Groues issues du plan guide (Source : EPADESA)

Premières esquisses de la ZAC des Groues issues du plan guide (Source : EPADESA)

<u>Projet Agrandissement des installations ENERTHERM</u>

<u>Avancement</u> : Année 2014 -> En cours d'étude

La société ENERTHERM assure le service de distribution publique de l'énergie thermodynamique à l'intérieur du périmètre de La Défense et sur une partie du territoire de Nanterre

Distribution de chaleur et de climatisation :

- Eau chaude sous pression (à une température variant entre 100 et 180° C selon conditions climatiques,

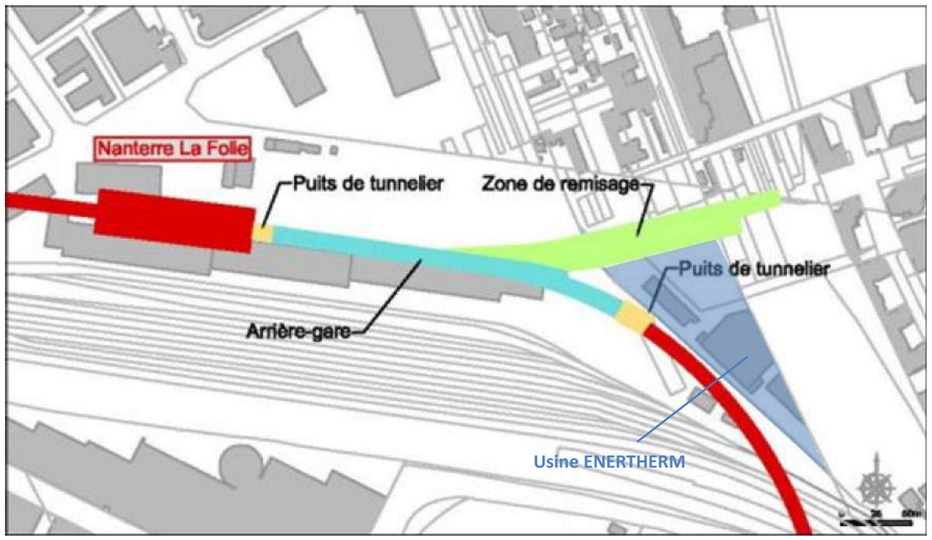
- Eau froide sous pression à une température de 4.5° C +/- 0.5° C pour une température extérieure maximale de 30° C et 40 % d'humidité relative.

Afin d'alimenter les projets immobiliers à venir dans le quartier de La Défense, la société ENERTHERM prévoit actuellement l'augmentation de ses capacités de production par la mise en place de tours adiabatiques (tours de refroidissement).

Compte tenu des nombreuses contraintes spatiales présentes dans le secteur de la Folie (projets Grand Paris Express et EOLE, opérations d'aménagement portées par l'EPADESA), ces tours adiabatiques pourraient s'implanter à proximité du puits de sortie du tunnelier venant du Nord (puits P2 sur le schéma ci-dessous).

Toutefois, afin de ne pas obérer le chantier de la Société du Grand Paris et ses accès (construction de la zone de remisage, construction du puits pour le tunnelier en provenance de Gennevilliers, extraction de ce même tunnelier), une étroite coordination spatiale et temporelle est en cours entre la Société du Grand Paris et ENERTHERM pour définir le périmètre précis d'extension des installations de cette dernière, à tous les stades des études menées par ENERTHERM et avant dépôt du permis de construire.

Usine ENERTHERM en proximité de la future Ligne 15 Ouest



Proximité des installations ENERTHERM avec la Ligne 15 Ouest

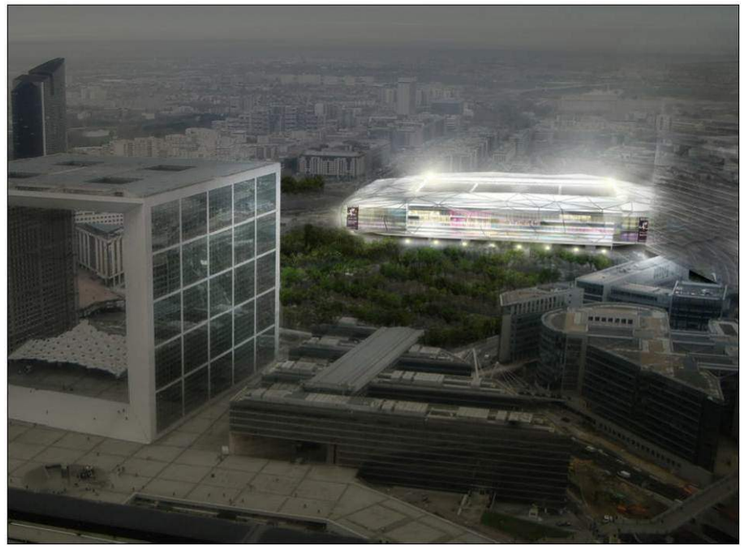
Projet de l'ARENA 92

Avancement : Année 2010 -> Lancement de l'opération ; Année 2014 -> Travaux en cours pour livraison prochaine

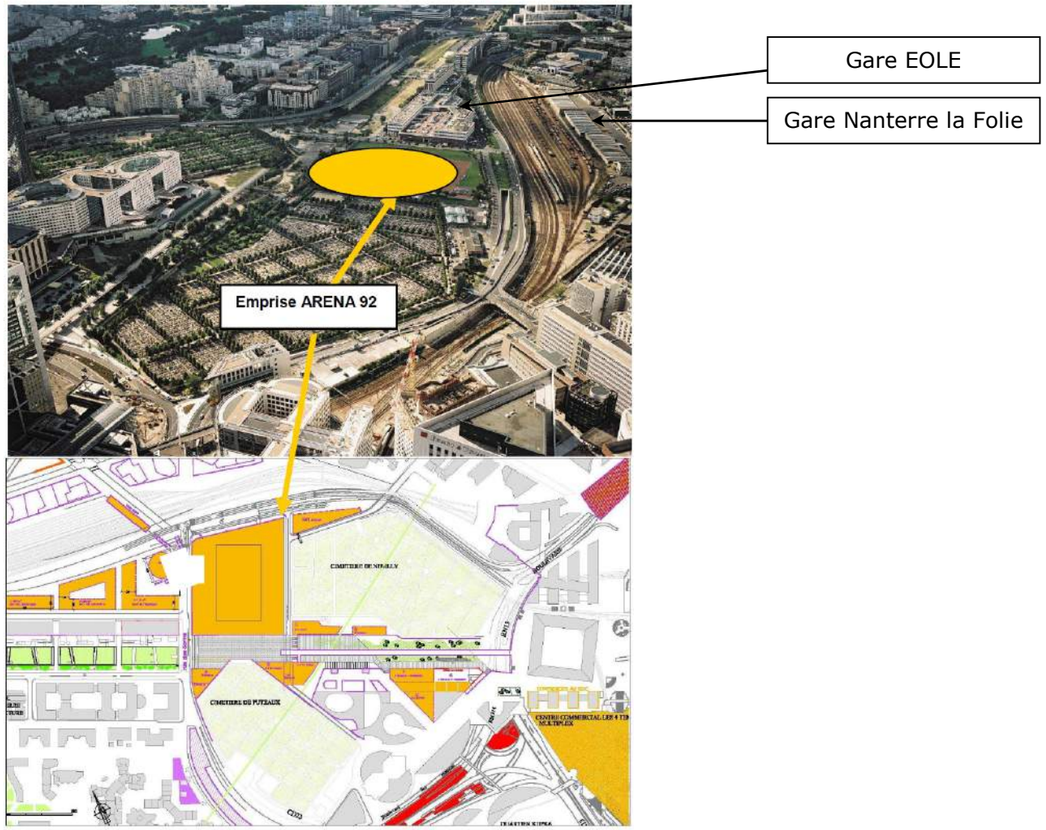
L'ARENA 92 est un projet à caractère privé sans financement public. Il a pour objectif d'être un équipement sportif et culturel à destination du grand public.

Bien que financé et exploité par le secteur privé, cet équipement viendra harmonieusement:

- Enrichir l'urbanité de ce site, véritable rotule urbaine entre des territoires actuels en partie en friche et en devenir des quartiers de la Défense et de Nanterre,
- Accompagner le geste architectural de l'axe historique Tuilerie-Concorde-Etoile-La Défense,
- Développer l'offre d'infrastructures sportives et culturelles en France,
- Soutenir les activités sportives de haut niveau en offrant une résidence au Club de rugby du Racing Métro 92, dont les ambitions sont internationales,
- Compléter l'offre culturelle de l'Ile-de-France avec le concours d'une société de production résidente,
- Etoffer l'offre des outils pouvant être directement ou indirectement utilisés dans les dispositifs de compétitions internationales auxquelles la France peut se porter candidate.



Secteur du projet au stade des études préliminaires – illustration non définitive (Source : Dossier de concertation du projet soumis à la CNDP)



Secteur d'implantation de l'ARENA 92 (Source : Dossier de concertation du projet soumis à la CNDP)

<u>Projet Campus Défense</u>

<u>Avancement</u> : Année 2014 -> Lancement des travaux de démolition

Situé à Nanterre-Préfecture côté boulevard des Bouvets, au pied du futur ARENA 92, le projet Campus Défense conçu par SILIC prévoit un programme de 69 000m².

Répartis sur 8 étages, cet ensemble proposera essentiellement des surfaces de bureaux, mais également des services sur site ainsi que des commerces en pied d'immeuble.

Campus Défense sera certifié HQE et/ou BREEAM et labellisé THPE et/ou BBC. Il offrira à ses utilisateurs ce qui se fait de mieux en termes d'aménagements, de confort et d'économies d'énergie, mais aussi, d'esthétique avec des façades contemporaines.

Une opération tertiaire de démolition-reconstruction :

- Surface : 69 900 m² de surface de plancher dont :
  - 68 700 m² de bureaux
  - 1 200 m² de commerces
- Hauteur : R+6 à R+8
  - 16 000 m2 réhabilités,
  - 15 000 m2 démolis-reconstruits,
  - 37 700 m2 de surface supplémentaire.

Projet de Campus Défense, en proximité du projet ARENA 92 (Source : EPADESA)

5.1.4.2 Secteur La Défense

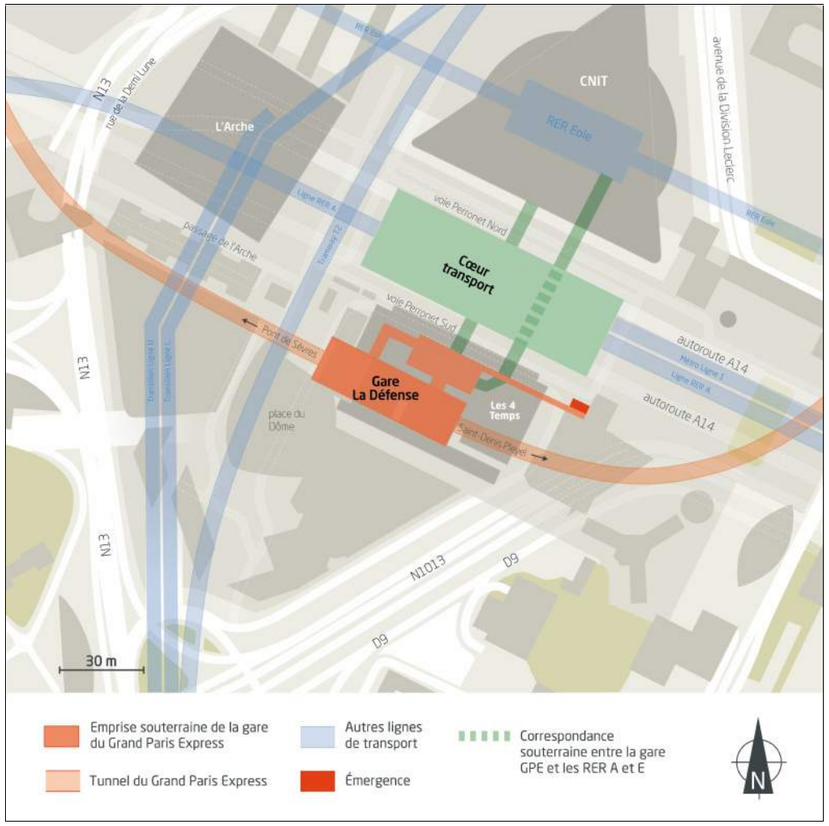
Projet EOLE : infrastructure, gare, passerelle aérienne

Avancement : début des travaux en 2015 ; Mise en service complète en 2022

La présentation du projet EOLE est proposée au niveau de la présentation du projet de gare à Nanterre.

Au niveau de La Défense, la mise en œuvre du projet EOLE s'entend par :

- La réalisation d'une gare EOLE, en correspondance avec le RER A et la future Ligne 15 Ouest du réseau de transport du Grand Paris. Il s'agit d'entreprendre la g réaménagement de la gare de triage actuelle en gare de voyageurs par la mise en œuvre de quais notamment,
- La création de correspondances avec le projet de gare de la Ligne 15 Ouest, la Ligne 1 du métro, le RER A et le projet Cœur Transport,
- La réalisation d'ouvrages techniques et de mesures de compensations.



Insertion de la gare de La Défense en correspondance avec le projet Éole

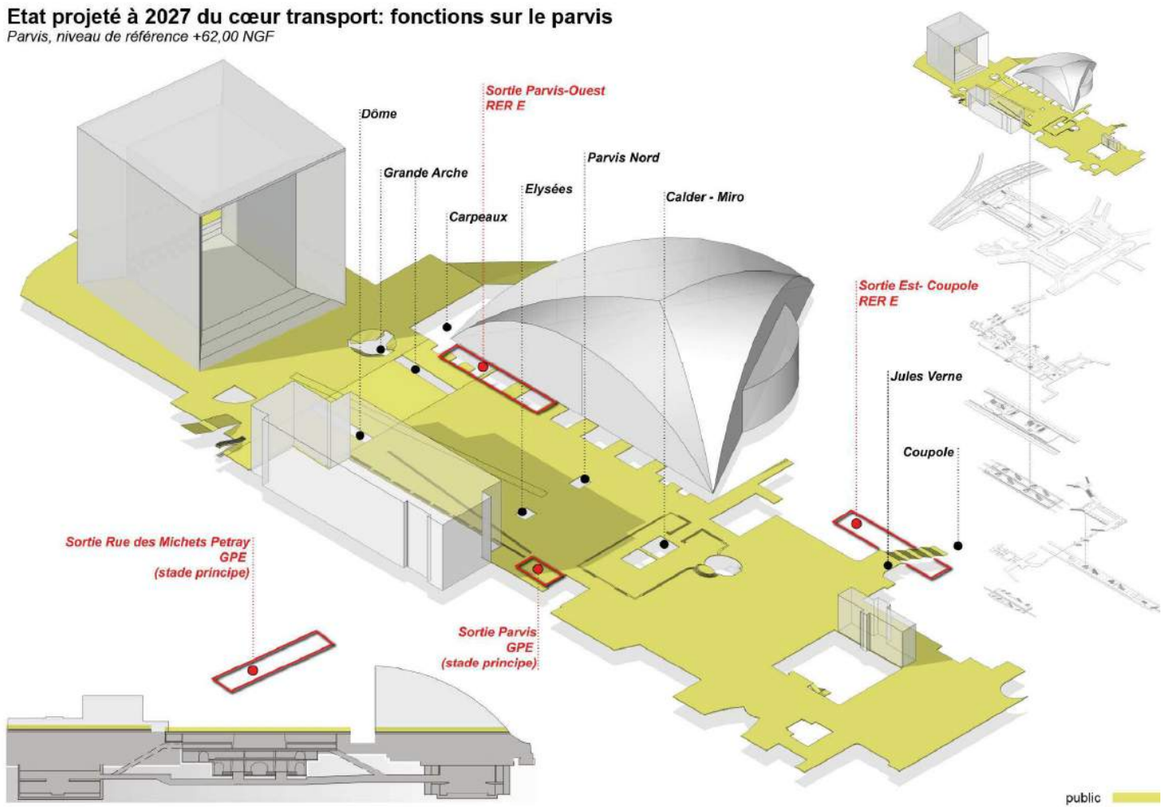
Projet de réaménagement Cœur Transport

Avancement : Actuellement -> en cours d'études, réflexions préliminaires à poursuivre en fonction de l'avancement des projets d'infrastructures dans le secteur ; 2027 -> Horizon de mise en service projeté

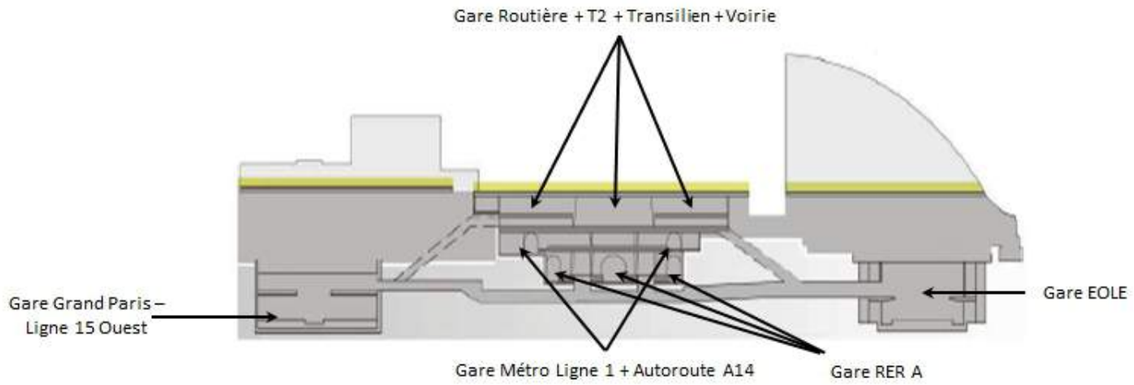
L'arrivée de nouveaux transports en commun au niveau du secteur de La Défense va s'accompagner d'une réflexion sur le concept de gare et entraîner une modernisation de celles-ci.

Le réaménagement du pôle Cœur Transport de La Défense est l'un des grands enjeux à venir pour le quartier d'affaires, non seulement en termes d'infrastructures de transports, mais aussi d'insertion urbaine. Sa vocation de pôle multimodal sera affirmée et ses fonctionnalités et services confortés pour en faire un nouveau point d'attraction, capable de redonner toute son urbanité à la dalle centrale et d'absorber le débit de flux sans cesse croissants

Le projet cœur de transport correspond au réaménagement des espaces voyageurs sous le parvis de la Défense, permettant d'accéder aux différents modes de transports en commun structurant du secteur, soit la métro Ligne 1, le RER A, les lignes de Transilien, le tramway T2, les projets EOLE et Ligne 15 Ouest…



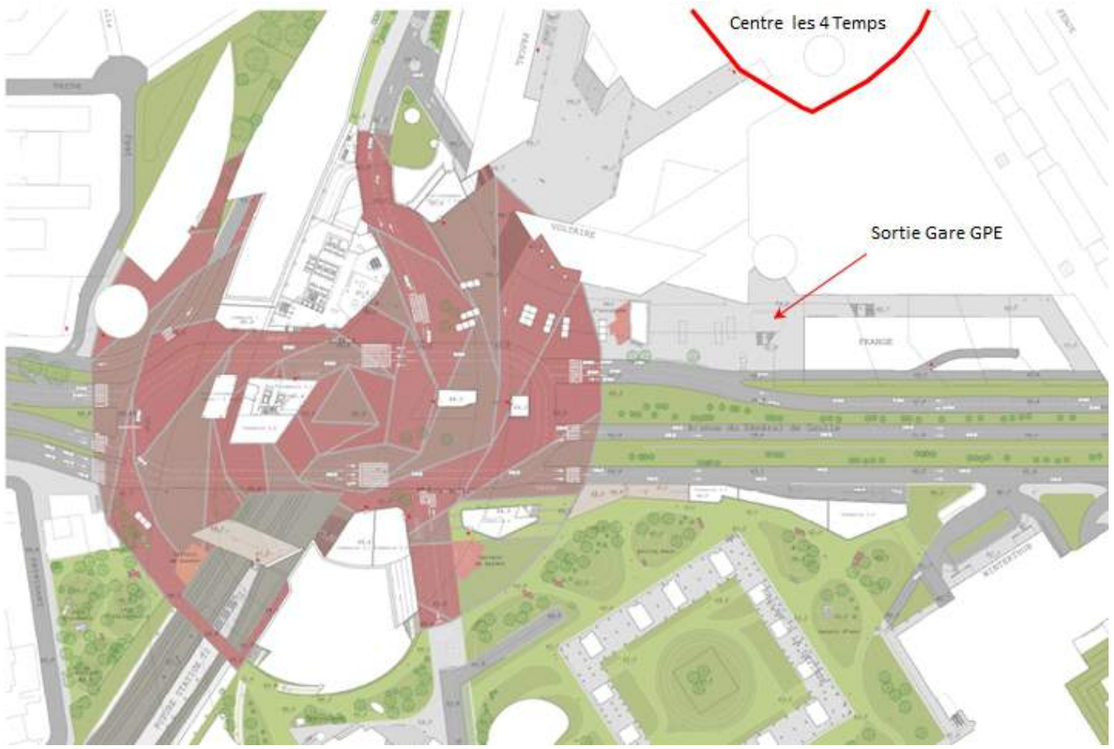
Etat du cœur de transport à l'horizon 2027



Ensemble des transports en commun au niveau du Cœur Transport

Projet de La Rose de Cherbourg

Avancement : Enquête Publique en fin d'année 2014



Lien entre le réseau du Grand Paris et le réaménagement du carrefour de la Rose de Cherbourg

L'EPADESA projette le réaménagement du quartier dit de la « Rose de Cherbourg » en faisant muter l'échangeur routier en une promenade urbaine ainsi que tout l'espace au sol. Une nouvelle tour, « Hekla » prendra place au cœur de l'espace.

Il s'agit donc d'un réaménagement routier, qui propose une place plus importante pour les différents modes doux.

La « Rose de Cherbourg » s'inscrit au Sud du centre commercial les 4 Temps (où s'implante la gare de La Défense de la Ligne 15 Ouest).

5.1.5 Projets dans le secteur de Bécon-les-Bruyères

Projet de ZAC des Bruyères et passage sous voire de Bois Colombes

Avancement : Une partie de la ZAC déjà créée ; Extension en cours

La Z.A.C. des Bruyères a été créée par délibération du Conseil Municipal en date du 30 Mars 1999 sur des friches industrielles dont principalement les anciennes emprises HISPANO-SUIZA et sur des friches ferroviaires.

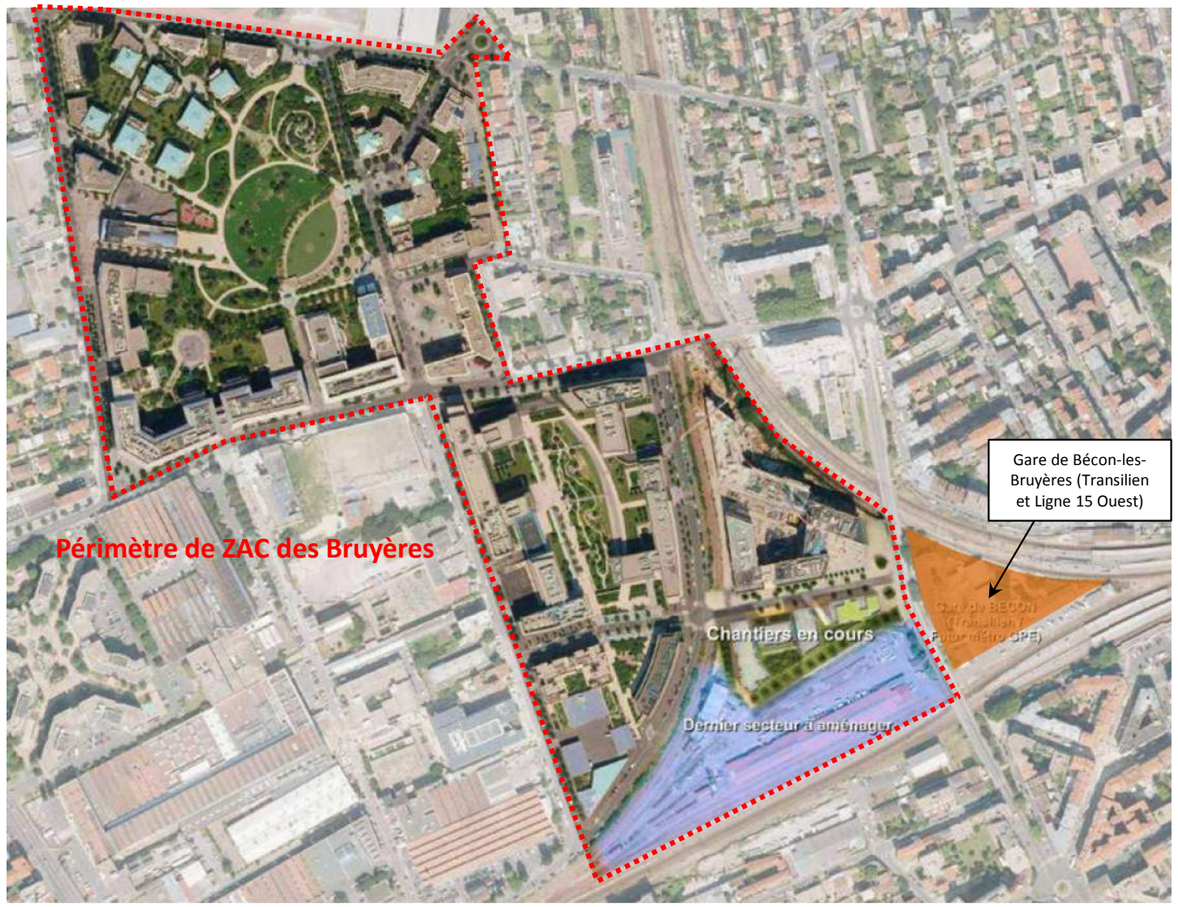
Le programme prévisionnel des constructions de l'opération prévoyait la réalisation de 165 000m² de Surface de Plancher (SP) se répartissant de la manière suivante :

- Logements 50 000m² SP,
- Bureaux 65 000m² SP,
- Activités 35 000m² SP,
- Commerces 7 500m² SP,
- Hôtel-Services 7 500m² SP.

A ces 165 000m² SP, il convenait par ailleurs de rajouter 10 000m² PS pour le relogement des occupants du site ainsi qu'un programme d'équipements publics comprenant une école de 8 classes, un parc de stationnement ouvert au public de 300 places et un parc d'une superficie de 20 000m².

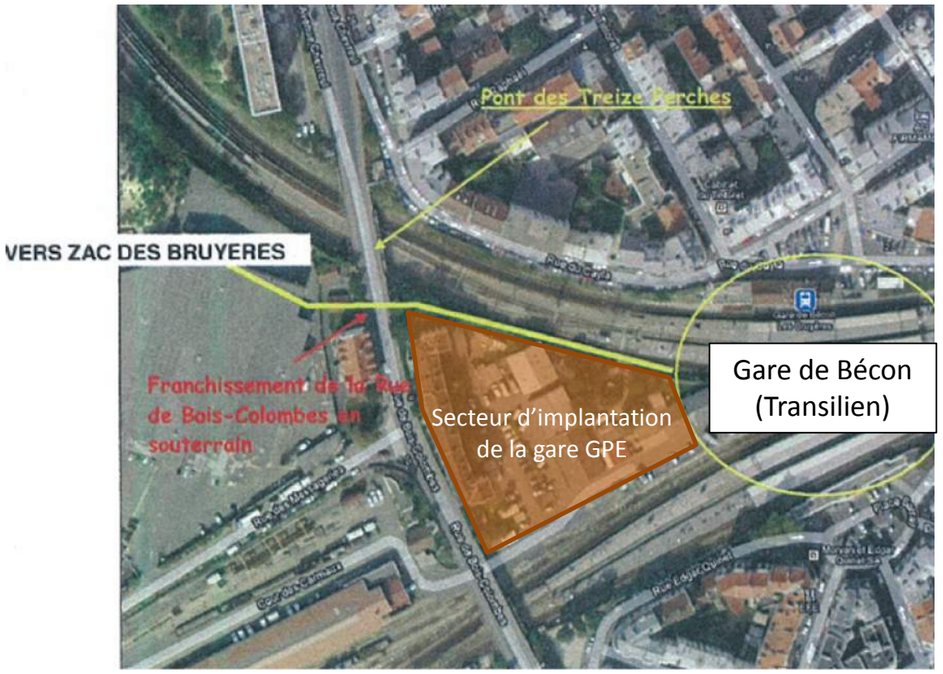
Cette opération d'aménagement s'est développée tout d'abord dans le cadre d'un P.A.Z. initialement approuvé par délibération du Conseil Municipal en date du 24 octobre 2000 et modifié par la suite à deux reprises (les 17 septembre 2002 et 30 mars 2004) avant d'intégrer le P.L.U. lors de l'approbation de ce dernier en juin 2007.

La réalisation d'une grande partie de cette opération a d'ores et déjà donné un nouveau souffle à une commune dont le départ des grandes entreprises industrielles (telles qu'Hispano-Suiza en 1999 pour le site de la Z.A.C. des Bruyères) la condamnait à devenir une simple commune résidentielle de la proche couronne parisienne.

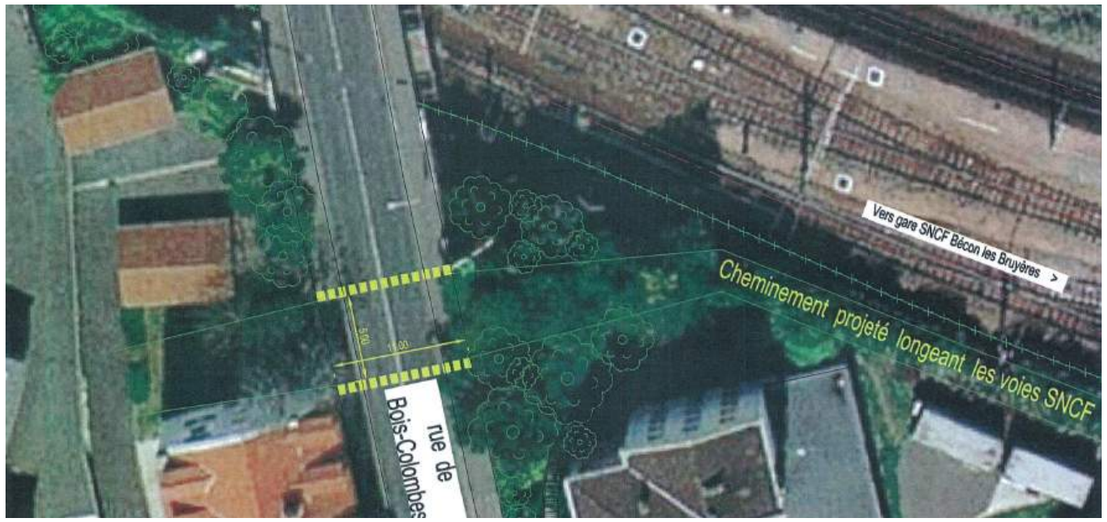


Connexité des projets de ZAC des Bruyères et de gare GPE

De manière concomitante au projet, le Maître d'Ouvrage a étudié la faisabilité d'un passage piéton sous la rue de Bois-Colombes permettant de mettre facilement en relation la ZAC des Bruyères et la gare Transilien de Bécon (et donc la future gare GPE).



Principe de liaison entre la gare de Bécon Transilien et la ZAC des Bruyères



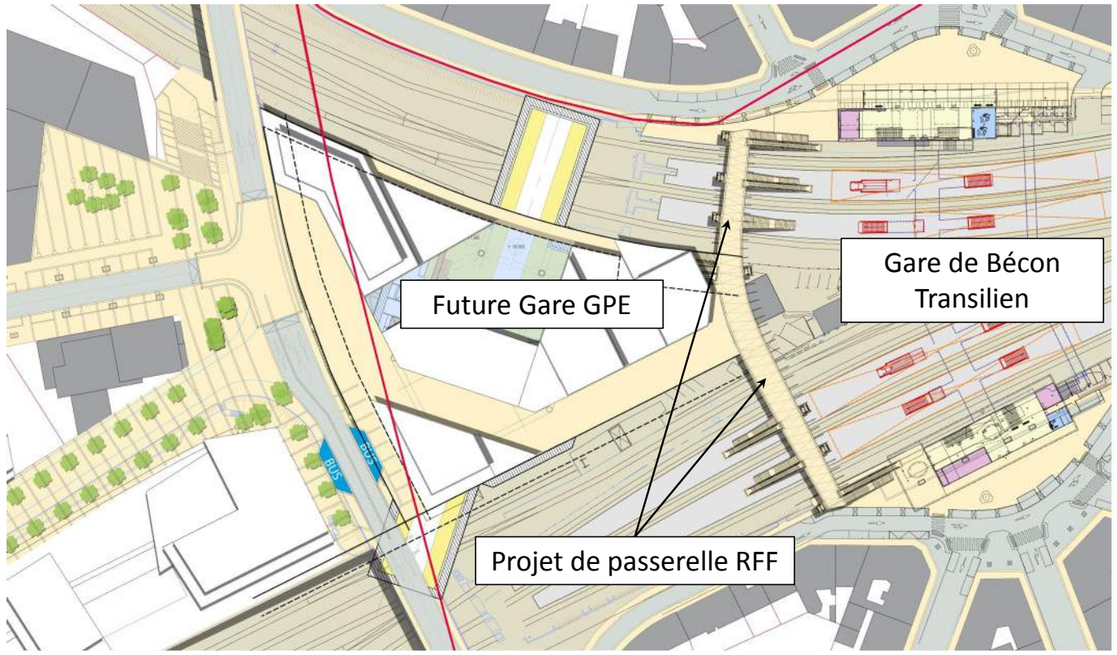
Cheminement projeté sous la rue de Bois-Colombes

Projet de passerelle RFF

Avancement : En cours d'étude de manière concomitante avec la gare de Bécon-les-Bruyères (Grand Paris)

Le projet de franchissement des voies ferrées (passerelle RFF) est initié par l'arrivée de la gare Grand Paris de la Ligne 15 Ouest.

De fait, la réalisation de passerelles permettra de mettre en correspondance les deux modes de transports, et ce, de manière sécurisée.



Localisation du projet de passerelle RFF entre les deux gares sur Bécon-les-Bruyères

5.1.6 Projets dans le secteur Asnières - Gennevilliers

ZAC Chandon-République

Avancement : 2014-2015 -> Livraison de la ZAC

Plan-masse de la ZAC Chandon-République

L'écoquartier Chandon République est situé sur les 7 hectares de l'ancien site des établissements ETG / Renault, historiquement Chausson (carrosserie automobile) et sur 2 hectares du site Calmette dont une partie de l'habitat existant sera conservé.

Le projet de ZAC Chandon-République a été lauréat de l'appel à projets « Nouveau Quartier Urbain » de la région Ile-de-France traduisant la qualité et l'ambition du projet tout en ouvrant le droit à une aide financière à la mise en œuvre pour les équipements publics principalement.

La ZAC est un lien naturel entre le cœur de ville et les quartiers des Grésillons, Agnettes et Chandon-Brenu. Son accessibilité est renforcée par une offre de transports en commun riche, entre métro et bus. La création de rues, de circulations douces favorisera les échanges et les accès au service public, aux commerces et aux transports. Les rues seront tracées dans le prolongement des voiries existantes pour faciliter les liaisons et l'intégration du site dans le de ville.

Les premières livraisons sont prévues pour le dernier trimestre 2014 et l'ensemble de la première tranche de plus de 1 000 logements devrait être livré au cours de l'année 2015.

ZAC PSA

Avancement : 2012-2014 -> Etudes en cours

La Ville d'Asnières-sur-Seine a lancé la requalification du Quartier de Seine situé à l'extrémité Est de la commune en limite de Gennevilliers.

Elle a ainsi délimité plusieurs périmètres : ZAC Asnières Bords de Seine et ZAC Parc d'Affaires.

Pour achever l'aménagement de ce périmètre marqué par le départ de nombreuses activités industrielles et au fort potentiel, Asnières a engagé une procédure opérationnelle dont l'objectif est de permettre la création de la ZAC « PSA » sur l'emprise de l'ancienne usine du même nom.

Situé en bord de Seine sur une superficie de 7,3 hectares, ce terrain constitue l'une des dernières emprises disponibles de la Ville. Les activités de l'usine Peugeot-Citroën ayant cessé, la Ville a souhaité aménager cet espace stratégique.

Les objectifs du projet d'aménagement sont de proposer un quartier où mixité fonctionnelle et sociale se mêleront. La continuité et la cohérence du projet avec les quartiers environnants, et notamment la ZAC Asnières Bords de Seine, se traduisent par la réalisation en coeur de site d'un vaste espace vert public et l'implantation de commerces complémentaires entre les deux secteurs. L'ensemble des espaces verts s'inscrit par ailleurs dans les projets de développement de trames vertes et bleues à l'échelle de la commune, de Gennevilliers (commune voisine), de la boucle Nord de la Seine et plus largement du département des Hauts-de-Seine.

Implantation de la ZAC PSA en proximité de la Gare des Grésillons

5.2 Appréciation des principaux impacts cumulés

L'analyse menée au sein du présent paragraphe a tenté d'estimer le cumul des impacts des différents projets connexes au projet de mise en œuvre de la Ligne 15 Ouest entre la station Pont de Sèvres et celle de Saint-Denis Pleyel (toutes deux hors étude).

La complexité de la tâche a conduit à entreprendre une analyse simplifiée par compartiments environnementaux (milieu physique superficiel, milieu physique – sous-sol, milieu naturel, …), en procédant cependant à une synthèse des principaux impacts de chaque projet, le but étant d'estimer une incidence environnementale globale sur l'aire d'étude relative à la Ligne 15 Ouest.

Par conséquent, l'analyse a nécessairement dû être entreprise suivant une vision large du territoire en évitant un listing exhaustif des impacts de tous les projets retenus, qui aurait finalement masqué les vraies incidences de l'urbanisation future de l'ensemble du territoire Sud situé en proche couronne de Paris.

5.2.1 Impacts des projets connexes en phase chantier

Les différents projets pris en compte n'ont pas des horizons de mise en service similaires. Ils ne seront donc pas systématiquement réalisés en même temps et les impacts de ces derniers ne seront, à fortiori, pas tous cumulés.

Pour permettre une simplification de l'analyse, le présent paragraphe a cependant été bâti sur le principe que l'ensemble des projets présenteront des phases chantiers concomitantes sur un point de vue temporel.

5.2.1.1 Milieu physique superficiel

Rappel : Les impacts cumulés potentiels des différents chantiers du territoire sur le milieu physique superficiel concernent les compartiments environnementaux suivants :

- L'hydrographie et les risques d'inondation,
- Le relief,
- La pédologie,
- La climatologie.

L'hydrographie et les risques d'inondations

- Impacts directs et indirects

L'ensemble des projets influe particulièrement sur la gestion des eaux de surface et la prise en compte des écoulements et ruissellements urbains, potentiellement sources de phénomènes d'inondations.

Cependant, chaque projet doit être considéré de manière indépendante et faire l'objet d'études disjointes, si besoin. De fait, aux vues des caractéristiques de chaque projet, il est notable que nombre d'entre eux soient soumis à une procédure d'étude d'incidences au titre de la Loi sur l'Eau. Cette dernière permettra de définir les impacts de chaque projet sur le réseau hydrographique et les mesures distinctes mises en œuvre par chaque maître d'ouvrage pour entreprendre une gestion pérenne des eaux de ruissellement issues de leur chantier respectif.

De manière globale, les principales nuisances engendrées par la concomitance des chantiers concerneront l'apparition de pollutions accidentelles :

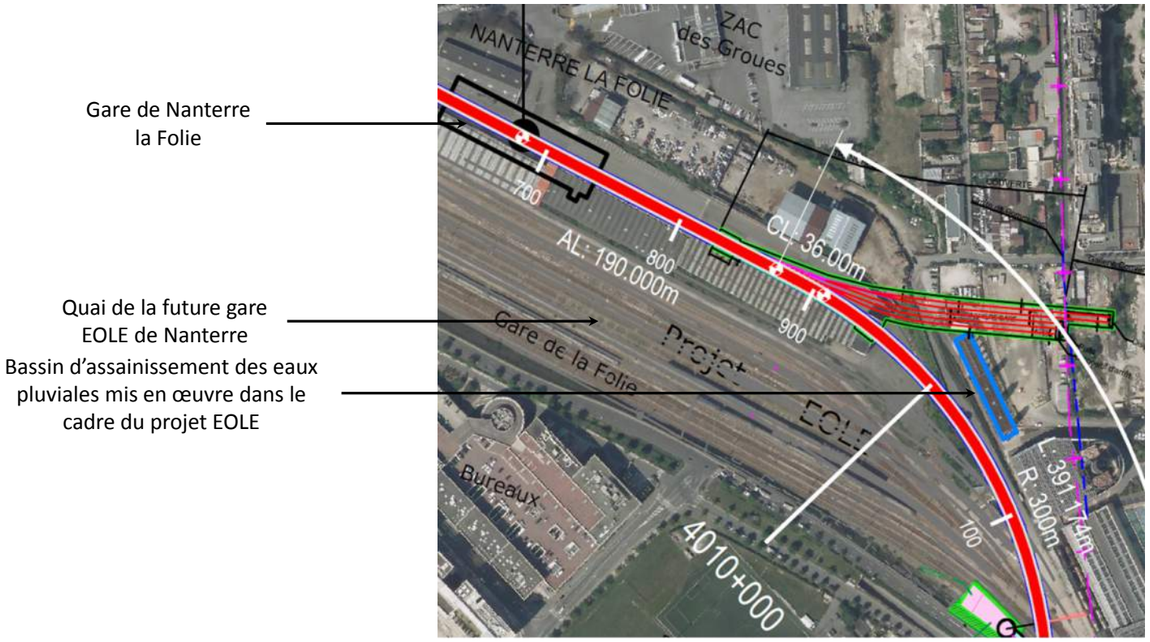
- La circulation des engins de chantier et des camions sur les emprises du site : déversements d'hydrocarbures ;
- La circulation des camions sur les emprises de voiries publiques, véhiculant les apports depuis le site : dépôt de matière particulaire sur la chaussée ;
- D'une mauvaise gestion des eaux pluviales inhérentes à un ou plusieurs chantiers.

De fait, tout dépendra des périodes de réalisation des chantiers et du degré de coordination entre les différents maîtres d'ouvrage : **des chantiers concomitants et un faible niveau de coordination peuvent ainsi conduire à des impacts cumulés significatifs bien que chaque chantier de base ait les mêmes obligations réglementaires**.

En pratique, les impacts cumulés sur les eaux superficielles seront réduits pour les raisons suivantes :

- Chaque chantier gèrera ses propres impacts, même s'il doit y avoir une coordination lorsque les chantiers seront proches, voire concomitants. En effet, une gestion des eaux pluviales à la parcelle sera systématiquement mise en œuvre pour chaque chantier ;
- Les emprises des chantiers seront pour l'essentiel déjà imperméabilisées (au vu du contexte urbain) avec rejet au réseau.

Exemple de la coordination amont des études pour l'insertion d'un ouvrage d'assainissement du projet EOLE (secteur de Nanterre la Folie) aux abords de la Ligne 15 Ouest



- Mesures d'accompagnement

Chaque Maître d'Ouvrage de chaque projet est tenu de gérer les eaux de ruissellement émises lors de la phase chantier, indépendamment des autres projets.

Le fait qu'un ou plusieurs projets soient éventuellement portés de manière concomitante avec celui de la Ligne 15 Ouest impliquera cependant une certaine coordination des maîtrises d'ouvrage.

Cette coordination interviendra essentiellement en cas de pollution accidentelle susceptible d'avoir une incidence sur les eaux de surface.

Aussi, pour une gestion plus simple des problématiques liées au déversement, l'assainissement provisoire des projets connexes pourra être couplé avec celui ou ceux des bases chantier du projet de la Ligne 15 Ouest.

A cet effet, l'utilisation des mêmes sites de nettoyage des engins ou des mêmes zones de stockage des matériaux permettra éventuellement de réduire les risques spatiaux de pollution sur des aires plus restreintes, et donc faciliter les interventions (délais plus courts) en cas de problèmes.

Si pour des raisons de logistique, ou de non-concomitance des projets, un assainissement couplé ne pouvait être mis en place, la Société du Grand Paris s'engagerait à contacter les autres maîtres d'ouvrage afin que ces derniers puissent être alertés des aléas présents et agir en conséquence sur leur périmètre d'intervention.

Le relief, la pédologie et la climatologie

- Impacts directs et indirects

Chaque thème est sommairement apprécié ci-dessous :

- L'ensemble des phases chantiers des différents projets cumulés ne semble pas à même de modifier de manière substantielle le relief du territoire considéré sur une échelle large.

  Très localement et sur chaque chantier distinct (gares, OA et Puits tunnelier), la topographie sera temporairement modifiée, mais dans un contexte d'ensemble, cette dernière ne variera pas.

  Les impacts les plus significatifs, même s'ils resteront faibles à nuls à l'échelle du territoire étudié, s'identifieront sur les bases chantier connexes où une éventuelle gestion des déblais sera corrélée sous la forme de stocks de terre.

- Le contexte du territoire étudié est quasi-intégralement à dominante urbaine, hormis au niveau du parc département de Saint-Cloud. Le potentiel pédologique y a disparu au fil de l'imperméabilisation des surfaces (sur Nanterre, une unité pédologique est identifiée par l'INRA sur la base des données de 1998 qui semble obsolète en raison du développement du secteur Seine-Arche depuis plus de 10 ans).

  Aussi, les impacts sur le critère pédologique restent négligeables à l'échelle de la Ligne 15 Ouest.

- Le contexte climatologique ne sera pas influencé par la réalisation des différents projets connexes

- Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation ne sera mise en œuvre.

5.2.1.2 Milieu physique – sous-sol

Rappel : Les impacts cumulés potentiels des différents chantiers du territoire sur le milieu physique – sous-sol concernent les compartiments environnementaux suivants :

- La géologie et l'hydrogéologie,
- L'occupation du sous-sol (infrastructures, réseaux et fondations de bâtiments),
- Les vibrations,
- La gestion des terres et des pollutions associées.

La géologie et l'hydrogéologie

- Impacts directs et indirects

Dans le cadre de l'approche aux impacts cumulés des projets sur les contextes géologique et hydrogéologique, il est difficile de mettre en exergue une relation entre les différents chantiers menés de manière concomitante.

- Sur le point de vue géologique, la réalisation de la Ligne 15 Ouest entrainera une modification du contexte géologique de profondeur principalement (tunnel) et de manière plus mineure, une modification de la géologie de surface au niveau des émergences de la ligne.

  Les projets connexes quant à eux, influenceront principalement la couverture du sol en modifiant notamment les critères de perméabilité du substratum. La géologie de profondeur ne subira pas de perturbation, hormis au fil du linéaire du projet EOLE, sur la section comprise entre la gare Saint-Lazare et la gare La Défense puisque souterraine (sous le CNIT[42]). Par ailleurs, la plupart des projets pris en compte s'implantent dans des secteurs déjà urbanisés où une partie du remaniement du sol correspondra à une couche de remblais déjà existante (mis en œuvre pour l'urbanisation passée des secteurs).

  Aussi, chaque projet identifie des impacts qui lui sont propres.

  Nota : Les impacts cumulés s'interprètent plutôt en termes de gestion des terres qu'en termes de modification de la géologie locale.

- Sur le point de vue hydrogéologique, les impacts en phase chantier sont clairement supérieurs à ceux persistant en phase exploitation (pour l'essentiel, une fois la Ligne 15 Ouest mise en œuvre, seul persiste l'effet barrage).

  La modélisation faite sur le secteur compris entre Nanterre et Saint-Denis a beaucoup apporté sur ce point. Elle a permis de faire les constats suivants :

  a. Pour qu'il y ait effet cumulé, il faut que les aires d'influence hydrogéologique d'autres projets interfèrent avec celles de la Ligne 15 Ouest.

  b. Or, la mise en œuvre de parois moulées au niveau des émergences (majorité des cas au niveau de la Ligne 15 Ouest) ainsi que le creusement au tunnelier des infrastructures, permettent de réduire l'aire géographique d'influence des effets hydrogéologiques concernant la Ligne 15 Ouest. Le rabattement des nappes est réduit et limite ainsi les variations de cote du toit de la nappe à travers plusieurs couches géologiques. En effet, les modifications des niveaux piézométriques des nappes (et notamment de l'aquifère de l'Eocène Inférieur et Moyen principalement rencontré : Lutétien et Yprésien) ne devraient pas être important, puisque les pompages effectués au sein des ouvrages de la Ligne 15 Ouest ne seront entrepris que pour mettre à sec les fonds de fouilles.

  c. Certains ouvrages de la Ligne 15 Ouest seront construits en dehors de la protection des parois moulées. Il s'agit :

     - De la gare de La Défense, réalisée en sous-œuvre du parking du centre commercial des 4 Temps, nécessitant de rabattre la nappe au fur et à mesure de l'excavation de la gare, jusqu'à la réalisation du radier et de son étanchéité,
     - De la gare Bécon-les-Bruyères, où les extensions de la gare hors protection des parois moulées nécessiteront des pompages plus importants.

  Au regard des méthodes constructives mises en œuvre pour la réalisation des travaux de la Ligne 15 Ouest, l'interaction avec les autres projets connexes sur ce critère semble faible à nul, **hormis au niveau de la gare de La Défense**, où les impacts peuvent éventuellement être plus importants.

  En effet, la gare EOLE de la Défense sera implantée à la cote « rails » d'environ -25m, soit au niveau du toit de nappe de l'aquifère de l'Eocène Inférieur et moyen. Pour permettre les travaux de réalisation de la gare, un pompage des eaux souterraines sera donc nécessaire pour permettre d'assécher le fond de fouille.

  La méthode de dénoyage du fond de fouille concernant la construction de la gare EOLE est en cours d'étude.

- Mesures d'accompagnement

Au même titre que l'aspect « eau superficiel », chaque projet connexe est tenu de gérer ses propres impacts sur le critère hydrogéologique, que ce soit d'un point de vue qualitatif comme quantitatif, et ce, indépendamment des autres projets.

De plus, chaque projet connexe sera tenu, suivant ses caractéristiques, d'obtenir les autorisations nécessaires au titre de la Loi sur l'Eau - code de l'environnement.

Toutefois, et en raison de la multiplicité des projets et notamment de ceux liés aux gares EOLE et Grand Paris dans le secteur de la Défense (ainsi qu'au réaménagement de Cœur Transport permettant le lien entre les deux), l'approche relative à la gestion des pompages de nappes en phase travaux devra être renforcé.

A ce titre, la Société du Grand Paris assure d'ores et déjà les échanges nécessaires avec SNCF-RFF afin de déterminer plus précisément les méthodes constructives sur ce secteur. Ces échanges seront poursuivis en phase AVP et notamment lors de la réalisation des études Loi sur l'Eau post-DUP.

L'occupation du sous-sol (infrastructures, réseaux et fondations de bâtiments)

- Impacts directs et indirects

De manière générale, le tunnel de la Ligne 15 Ouest s'inscrira en profondeur pour limiter les impacts sur la future occupation du sous-sol.

Le secteur de Nanterre – La Défense reste cependant problématique en raison du développement important de projets de transport et de bâtis, sous maitrises d'ouvrage multiples.

[42] *CNIT : Centre des Nouvelles Industries et Technologies*

Les points les plus contraignants au niveau du tracé concernent :

- Insertion de la gare Rueil-Suresnes « Mont Valérien » sur les emprises de la future ZAC Centre Sainte-Geneviève à Rueil-Malmaison,

- La mise en œuvre des tours adiabatiques de la société ENERTHERM, aux abords du puits de sortie de tunnelier dans le secteur de Nanterre la Folie,

- Prise en compte des différents projets en cours et participation au développement du Cœur Transport sous le parvis de La Défense,

- La mutualisation de l'OA 281 comme puits de chantier pour EOLE, converti en puits de ventilation/secours pour la Ligne 15 Ouest du Grand Paris,

- La réalisation des voies de correspondance en passerelles aériennes au niveau de Bécon-les-Bruyères.

- Mesures d'accompagnement

De manière systématique, une bonne connaissance des projets connexes et des concertations à poursuivre par les différents Maîtres d'Ouvrage sur les secteurs de connexité des projets est indispensable.

A ce stade, la Société du Grand Paris entreprend déjà une collaboration avec les acteurs locaux, les Maîtres d'Ouvrages et les gestionnaires des réseaux et/ou infrastructures pour :

- Connaître les modalités d'intervention en phase chantier sur les ouvrages de la Ligne 15 Ouest,

- Estimer les travaux préalables de renforcement des structures et réseaux permettant de supprimer la dégradation de ces derniers en phase chantier, mais également dans le temps ;

- Définir un planning d'intervention optimal sur les secteurs aux impacts cumulés pressentis.

Concernant le secteur de La Défense, il convient de noter que dès la phase de réalisation des Etudes Préliminaires de Conception, la Société du Grand Paris a entrepris un rapprochement avec les services la SNCF/RATP, l'EPADESA ENERTHERM, l'EPADESA…, afin de définir une méthode d'insertion optimale en accord avec les projets de développement sur le secteur.

La gestion des terres et des pollutions associées

- Impacts directs et indirects

Gestion des volumes de terres

Les impacts cumulés des projets correspondent aux volumes de terres excavées et acheminées en centre de traitement.

L'impact à considérer est donc un engorgement des exutoires.

Au vue des déblais générés par le projet de Ligne 15 Ouest (près de 5.8 millions de mètres-cubes), aucun des projets connexes n'est susceptible de générer des volumes de déblais similaires. Aussi, les volumes générés par les autres projets connexes pris en compte peuvent être considérés comme faibles (hormis éventuellement le cas du projet EOLE dans le secteur restreint de la gare de La Défense).

Gestion des pollutions des terres extraites

Aucun impact cumulé spécifique n'est identifié puisque les terres seront gérées spécifiquement et indépendamment par chaque maître d'ouvrage.

Seul l'OA 271, qui sera mutualisé entre le projet EOLE et la Ligne 15 Ouest pose la problématique de gestion des pollutions de deux projets connexes. Cette mutualisation permettra cependant de réduire les volumes de déblais (et donc éventuellement de terres polluées).

Par ailleurs, le risque de migration de polluants dans les eaux souterraines est directement lié aux conditions hydrogéologiques traitées par ailleurs, et est logiquement géré indépendamment par chaque pétitionnaire.

- Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation ne sera mise en œuvre.

5.2.1.3 Milieu naturel et paysager

Rappel : Les impacts cumulés potentiels des différents chantiers du territoire sur le milieu naturel et paysager concernent les compartiments environnementaux suivants :

- La faune, la flore et les habitats naturels ;

- Les entités Natura 2000 ;

- Les systèmes écosystémiques ;

- Le patrimoine protégé et archéologique ;

- Le Grand Paysage.

- Impacts directs et indirects

Les impacts cumulés en phase chantier pour les milieux naturels et paysagers se résument à :

- l'impact hydrologique cumulé qui pourrait modifier l'alimentation en eau de secteurs localisés (zones humides sensibles)

- la perturbation de la faune patrimoniale ou protégée

- la perte d'habitats de substitution des espèces protégées : ces habitats perdurent au niveau de friche ou de talus de voies ferrées

- la notion de visibilité et covisibilité des chantiers vis-à-vis des éléments de patrimoine

Au vu du contexte très urbain du fuseau d'étude et des enjeux globalement faibles relatifs aux milieux naturels, faune, flore et paysage ; le respect des mesures prises indépendamment dans chaque projet doit permettre la conservation des conditions stationnelles.

- Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation ne sera mise en œuvre.

5.2.1.4 Milieu humain

Certaines thématiques liées au milieu humain (mobilité, occupation du sol, énergie,…) sont difficilement analysables très localement et ne permettent pas de dresser un bilan ponctuel impacts/mesures significatif. Elles sont plus amplement abordées dans le volet relatif à l'analyse des incidences du réseau de transport du Grand Paris.

Seuls les impacts sonores, vibratoires et la prise en compte des risques technologiques sont appréciés ci-dessous.

Population, emploi et occupation du sol

Mis à part via la création d'emplois nécessaires à la construction de l'infrastructure, le chantier de la Ligne 15 Ouest aura peu d'impact sur la population, l'emploi et l'occupation des sols. Les interactions avec les chantiers d'autres projets devraient donc être fortement limitées.

Mobilité et thématiques liées (énergie, gaz à effet de serre et santé)

L'analyse des impacts du chantier de la Ligne 15 Ouest révèle que bien que le charroi nécessaire représente un nombre important de camions, il reste très minime par rapport au trafic journalier de véhicules particuliers et de camions en Ile-de-France. L'impact que pourrait avoir les projets connexes sur les flux de poids lourds s'additionnera donc à celui du projet sans qu'il n'y ait réellement d'interaction particulière sur la congestion, la qualité de l'air ou les consommations énergétiques.

En ce qui concerne la gêne pouvant être occasionnée au trafic routier ou aux transports en commun et aux modes actifs, la réalisation de différents chantiers dans une même zone pourrait, par contre, augmenter la perception négative des riverains vis-à-vis de ces chantiers. Dans le cas où des chantiers importants et proches seraient entrepris de manière simultanée, une concertation sera donc engagée afin d'organiser les chantiers de manière à éviter les interactions négatives entre eux et la succession de gênes aux déplacements des riverains, quels que soient les modes.

Environnement sonore

- Impacts directs et indirects

Les ouvrages de la Ligne 15 Ouest sont souvent implantés dans des quartiers-zones où divers projets d'aménagement y seront concomitants.

Durant la phase chantier de la Ligne 15 Ouest, un cumul des impacts est donc potentiel. Il est toutefois difficilement quantifiable sans connaître préalablement l'organisation et les modes de constructions des autres projets connexes.

- Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue à ce stade de l'étude.

Risques technologiques

- Impacts directs et indirects

Les impacts cumulés correspondent à la concomitance des projets sur un même secteur (secteurs liés aux bases chantier de la Ligne 15 Ouest), renforçant les risques technologiques liés à l'utilisation d'engins.

Ces aspects seront observables principalement :

- Au niveau de la gare Rueil-Suresnes « Mont Valérien » en raison du projet de ZAC Centre Sainte-Geneviève,
- Dans l'ensemble des emprises des projets connexes en interaction dans le secteur de Nanterre – La Défense,
- Dans le secteur de l'OA 281 correspondant au puits commun entre le projet EOLE (puits de travaux phase chantier) et la Ligne 15 Ouest (puits permanent de ventilation/secours),
- Dans le secteur de la gare de Bécon-les-Bruyères,
- Au niveau de la ZAC Chandon-République.

Bien que localisables, les potentiels impacts cumulés restent difficilement quantifiables.

- Mesures d'accompagnement

Les mesures mises en œuvre concerneront indépendamment les différents chantiers. Elles correspondront :

- En l'application des bonnes pratiques de chantier,
- En l'utilisation de matériels et d'engins en conformité avec les réglementations techniques applicables,
- En la formation du personnel vis-à-vis des risques technologiques,
- En une coordination des différents Maîtres d'Ouvrage des projets visés.

Les vibrations

- Impacts directs et indirects

Les effets des vibrations et du bruit solidien se cumulent et peuvent avoir des effets encore plus importants si la mécanique ondulatoire des vibrations produites par chaque chantier entre en

résonance avec celle de l'autre. Cet effet de résonance ondulatoire est l'effet maximum, car il a un effet démultiplicateur des impacts indiqués ci-dessus. Les seuils sont toujours dépassés lorsque le phénomène de résonance se produit.

A ce stade des études, il n'est pas possible de quantifier et d'évaluer les situations à risque de résonance (cas par exemple de secteurs ponctuels où le tunnel de la Ligne 15 Ouest passe sous ou du projet EOLE).

En dehors de ces secteurs, les impacts cumulés en termes de vibrations s'entendent par la réalisation seule du projet de Ligne 15 Ouest.

- Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation ne sera mise en œuvre.

5.2.2 Impacts des projets connexes en phase d'exploitation

La présente partie s'attache à identifier les principales incidences cumulées des projets en phase d'exploitation.

De fait, pour simplifier l'analyse, la phase exploitation est considérée comme assez lointaine dans le temps pour que tous les projets y soient opérationnels, et donc analysables de manière cumulée.

Il est notoire que les principaux impacts cumulés sur l'environnement en phase d'exploitation concernent le milieu humain, et plus particulièrement l'occupation du sol, le milieu économique et social et la mobilité.

L'ensemble des compartiments environnementaux sont cependant abordés afin de rendre compte d'une analyse exhaustive, en conformité avec le régime des études d'impact au vu des évolutions du code de l'environnement.

5.2.2.1 Milieu physique superficiel

Rappel : Les impacts cumulés potentiels des différents projets du territoire sur le milieu physique superficiel concernent les compartiments environnementaux suivants :

- L'hydrographie et les risques d'inondation,
- Le relief,
- La pédologie,
- La climatologie.

L'hydrographie et les risques d'inondations

- Impacts directs et indirects

Les impacts cumulés sont du même type que ceux décrits en phase chantier, mais dépendent du fait que :

- Une partie des ouvrages créés en phase chantier sera conservée pour la gestion des eaux pluviales en phase exploitation ;
- Chaque pétitionnaire de projet se devra de gérer à la parcelle ses eaux pluviales,
- Des procédures Loi sur l'Eau s'appliqueront à la plupart des projets (suivant les rubriques de la nomenclature prises en compte) ainsi que certaines réglementations spécifiques au niveau des abords de la Seine (PPRI).

Par conséquent, les impacts sur le contexte hydrographique et les risques d'inondation sont particulièrement faibles, car ces derniers seront directement intégrés à la conception des différents projets

- Mesures d'accompagnement

Chaque maître d'ouvrage adaptera les caractéristiques du projet pour permettre la gestion des eaux pluviales à la parcelle. Les dispositifs mis en œuvre seront soumis à une procédure Loi sur l'Eau.

En cas de mutualisation d'ouvrages d'assainissement (bassins, noues, …), une coordination des études entre la Société du Grand Paris et les maîtres d'ouvrages concernés sera recherchée afin de prendre en compte les superficies cumulées des deux projets.

Le relief, la pédologie et la climatologie

- Impacts directs et indirects

D'une manière générale, les projets cumulés auront des d'impacts sur le relief et la pédologie très localement sur territoire étudié ; les impacts seront uniquement ressentis en phase chantier.

Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation ne sera mise en œuvre.

5.2.2.2 Milieu physique – sous-sol

Rappel : Les impacts cumulés potentiels des différents projets du territoire sur le milieu physique – sous-sol concernent les compartiments environnementaux suivants :

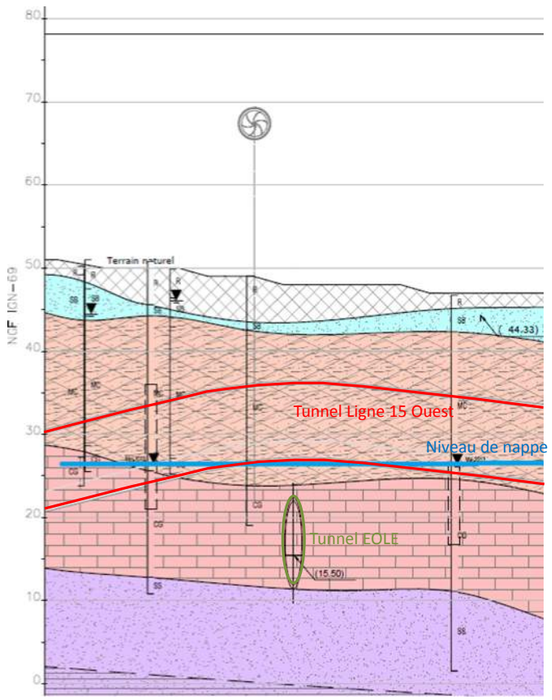
- La géologie et l'hydrogéologie,
- L'occupation du sous-sol (infrastructures, réseaux et fondations de bâtiments),
- Les vibrations,
- La gestion des terres et des pollutions associées.

La géologie et l'hydrogéologie

- Impacts directs et indirects

En phase exploitation, les impacts sur le contexte géologique seront nuls puisque les remaniements auront lieu exclusivement en phase chantier des projets.

Concernant le contexte hydrogéologique, les impacts identifiés en phase d'exploitation concernent principalement la gestion des eaux pluviales et des pollutions associées, ainsi que la prise en compte du risque d'inondation de l'infrastructure et des projets connexes (notamment la ZAC Chandon-République située en secteur inondable).



Concomitance des projets EOLE et Ligne 15 Ouest (effet barrage éventuellement cumulé au niveau du croisement des infrastructures dans le secteur de La Défense)

Pour l'essentiel, une fois l'infrastructure en place, seul persistera l'effet barrage directement lié au tunnel de la Ligne 15 Ouest (étudié au sein de la présente pièce). Ce dernier sera éventuellement et très ponctuellement cumulé avec celui lié au tunnel du projet EOLE dans le secteur de la gare de La Défense.

Aussi, que ce soit d'un point de vue qualitatif comme d'un point de vue quantitatif, chaque projet connexe sera tenu suivant ses caractéristiques d'obtenir les autorisations nécessaires au titre de la Loi sur l'Eau - code de l'environnement.

- Mesures d'accompagnement

Afin d'assurer une gestion des eaux pluviales pérenne dans le temps, chaque projet devra s'assurer du bon fonctionnement de son dispositif de gestion de l'infiltration (si infiltration retenue).

En cas de mise en œuvre de dispositifs couplés entre les émergences de la Ligne 15 Ouest et d'autres projets connexes, la Société du Grand Paris mènera le suivi dans le temps en coordination avec les eaux pétitionnaires.

L'occupation du sous-sol (infrastructures, réseaux et fondations de bâtiments)

- Impacts directs et indirects

Les impacts cumulés auront lieu uniquement en phase de réalisation des ouvrages. Aucun impact n'est pressenti en phase d'exploitation.

- Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation ne sera mise en œuvre.

La gestion des terres et des pollutions associées.

- Impacts directs et indirects

Les impacts cumulés auront lieu uniquement en phase de réalisation des ouvrages. Aucun impact n'est pressenti en phase d'exploitation.

- Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation ne sera mise en œuvre.

5.2.2.3 Milieu naturel et paysager

Rappel : Les impacts cumulés potentiels des différents projets du territoire sur le milieu naturel et paysager concernent les compartiments environnementaux suivants :

- La faune, la flore et les habitats naturels,
- Les entités Natura 2000,
- Les systèmes écosystémiques,
- Le patrimoine protégé et archéologique,
- Le Grand Paysage.

Impacts directs et indirects

Aucun impact n'est pressenti en phase d'exploitation.

Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation ne sera mise en œuvre.

5.2.2.4 Milieu humain

Certaines thématiques liées au milieu humain (mobilité, occupation du sol, énergie,…) sont difficilement analysables très localement et ne permettent pas de dresser un bilan ponctuel impacts/mesures significatif. Elles sont plus amplement abordées dans le volet relatif à l'analyse des incidences du réseau de transport du Grand Paris.

Seuls les impacts sonores, vibratoires et la prise en compte des risques technologiques sont appréciés ci-dessous.

Population, emploi et occupation du sol

Les impacts de la Ligne 15 Ouest sur la population, l'emploi et l'occupation du sol ne sont pas toujours directement liés à l'infrastructure elle-même et seront donc dépendants des mesures qui seront mises en place pour assurer un développement durable des centres urbains autour des futures gares. Pour cette raison, il est primordial que le projet de la Ligne 15 Ouest et plus généralement du Grand Paris Express soit intégré dans une politique globale d'aménagement du territoire intégrée « occupation du sol/transport ».

Dans ce sens, les projets de développement urbains envisagés dans la zone du projet constituent tous des opportunités de levier pouvant aider à assurer un développement durable de la zone, pour autant qu'ils soient organisés de manière coordonnée avec le Grand Paris.

Les CDT envisagés dans la zone (GPSO, Défense Ouest - Les Deux Seine, Seine-Défense, Boucle Seine Nord et territoire de la Culture et de la Création) représentent notamment des leviers clés pour assurer un développement territorial harmonisé et centré sur les pôles desservis par la Ligne 15 Ouest. Les autres projets tels que les ZAC sont également des leviers intéressants pour assurer un développement des zones situées à proximité.

Mobilité et thématiques liées (énergie, gaz à effet de serre et santé)

Les projets de développement urbains prévus dans la zone du projet engendreront une augmentation des déplacements à l'origine et à destination de la zone et amplifierons donc la demande en transports en commun et par conséquent l'effet positif du projet.

Les autres projets d'infrastructure de transport tel que le projet Eole auront eux généralement un effet de maillage supplémentaire du réseau de transport en commun, multipliant ainsi les connexions possibles et améliorant ainsi d'autant plus la desserte des territoires concernés. Dans ce sens, le fonctionnement des transports est par définition systémique. Il faut donc dès le départ de l'analyse prendre en compte tous les projets susceptibles d'être réalisés. C'est donc l'approche qui a été choisie lors de la modélisation et qui permet donc de prendre en compte la plupart des effets cumulés en intégrant dans un seul outil systémique, l'ensemble des projets qui devront interagir.

Environnement sonore

- Impacts directs et indirects

Les impacts sonores cumulés potentiels seront essentiellement concentrés aux intersections / gare de correspondance entre les différents réseaux de transports ou bien liées au développement de quartier à proximité des gares.

Mais le cumul des impacts restera faible au niveau du bruit compte tenu des exigences réglementaires à respecter et du fait que les connexions entre les différents modes de transport public sont primordiales pour limiter la pression automobile à l'échelle globale comme à l'échelle locale.

A titre indicatif, les impacts sonores cumulés à proximité des gares sont les suivants :

- Augmentation des risques de nuisances sonores liées aux équipements techniques du fait de la présence d'un plus grand nombre d'équipements dans un lieu restreint (surtout valable en cas de projet d'activité commerciale et/ou d'intersection avec un autre transport type train à Nanterre La Folie)

- Densification de la population piétonnière et des commerces, soit une augmentation des bruits de voisinages

- Amplification des impacts sonores liés aux réseaux de transports en commun et/ou au trafic routier à l'échelle du quartier de la gare voisine.

Les projets jugés les plus susceptibles d'induire des effets cumulés lié à une densification de la population sont :

- Le projet d'Ecoquartier Rueil – Mont Valérien,

- La ZAC Centre Sainte-Geneviève à proximité de Nanterre La Boule,

- Aménagement du Secteur Nanterre La Folie (Eole, ponts Hébert et Césaire, ZAC des Groues, équipement sportif ARENA 92, Campus Défense…),

- Projet de ZAC des Bruyères à Bécon-les-Bruyères,

- ZAC PSA à proximité des Grésillons.

- Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue à ce stade de l'étude

Risques technologiques

- Impacts directs et indirects

Dans leur procédure de demande d'exploiter, les études menées sur chaque installation ICPE prennent en compte les autres installations ICPE du secteur où les risques peuvent être cumulés.

Aussi, chaque projet connexe prendra en compte les risques technologiques des autres projets du territoire, notamment si ces derniers affichent une installation entrant dans le régime ICPE.

- Mesures d'accompagnement

Les mesures sont directement intégrées aux phases d'études des installations ICPE et donc à la conception même des projets.

Les vibrations

- Impacts directs et indirects

Les principaux générateurs de vibrations correspondent aux réseaux de transport en commun, et notamment ceux sur ballast (Projet EOLE).

Les effets des vibrations et du bruit solidien se cumulent et peuvent ainsi avoir des effets encore plus importants si la mécanique ondulatoire des vibrations produites par chaque chantier entre en résonance avec celle de l'autre. Cet effet de résonance ondulatoire est l'effet maximum, car il a un effet démultiplicateur des impacts indiqués ci-dessus. Les seuils sont toujours dépassés lorsque le phénomène de résonance se produit.

Comme mentionné au niveau des effets cumulés en phase chantier, il n'est pas possible de quantifier et d'évaluer les situations à risque de résonance à ce stade des études.

- Mesures d'accompagnement

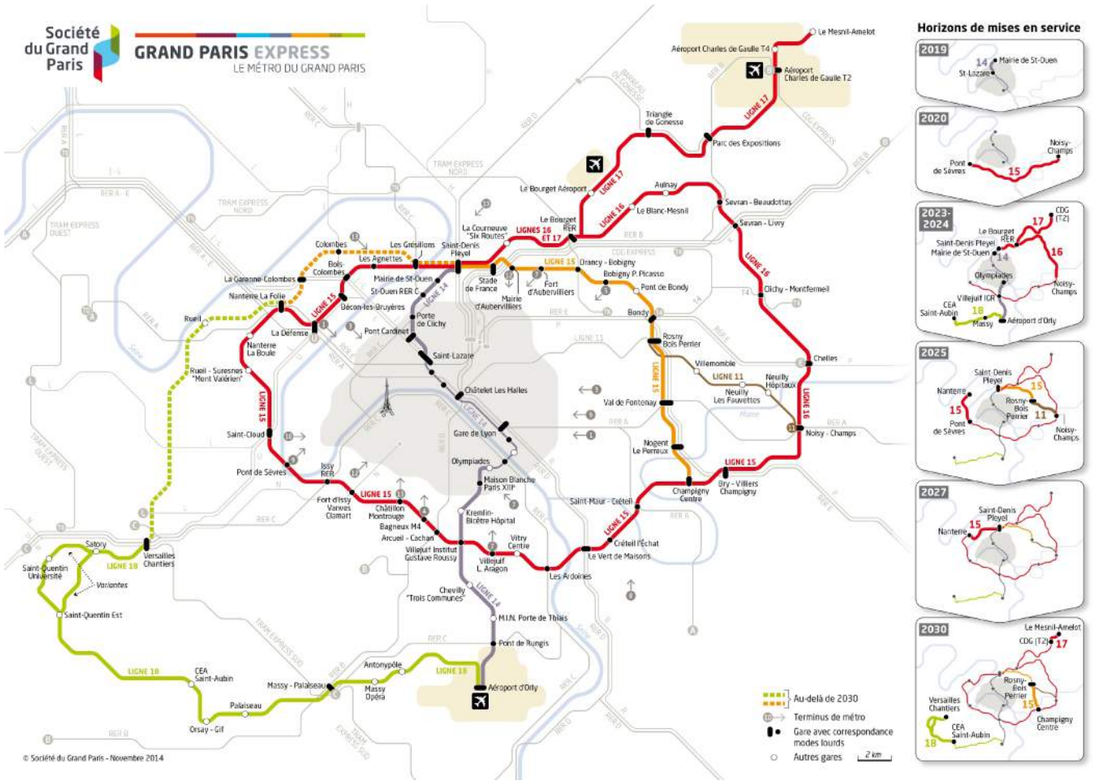
Un regard doit être porté au niveau du croisement des différents réseaux et estimer, en fonction de la distance séparant les émissions, si la prise en compte des paramètres des autres transports en commun au sein des modélisations sera nécessaire (effet de résonnance).

6 Évaluation des impacts et des mesures à l'échelle du Grand Paris Express

6.1 Méthodologie suivie

La Ligne 15 Ouest est un maillon essentiel du projet plus global du Grand Paris Express qui comprend la construction de 205 km de lignes de métro automatique pour relier les territoires de l'Ile-de-France. En outre, elle participe à former, avec la Ligne 15 Sud et la Ligne 15 Est, la ceinture de transport en commun du Grand Paris, au plus proche de la capitale.

Le réseau du Grand Paris Express desservira 72 nouvelles gares et connectera de nombreux pôles d'activités ainsi que 3 aéroports et des gares TGV. Le réseau complet et les horizons de mise en service sont illustrés sur la carte ci-après :



Carte du réseau Grand Paris Express et des horizons de mises en services des différentes lignes (source : Société du Grand Paris).

La Ligne 15 Ouest faisant partie de cet ensemble, ses impacts sur certains domaines environnementaux sont donc intrinsèquement liés à ceux du Grand Paris Express dans son ensemble. En respect du code de l'environnement, l'étude d'impact concernant la mise en œuvre de la Ligne 15 Ouest **doit donc proposer une analyse des incidences du programme global d'aménagement** (l'ensemble du Grand Paris Express).

En effet, lorsque la totalité des travaux prévus au programme d'aménagement est réalisée de manière simultanée, l'étude d'impact doit porter sur l'ensemble du programme. Lorsque la réalisation est échelonnée dans le temps, l'étude d'impact de chacune des phases de l'opération doit comporter une appréciation des impacts de l'ensemble du programme.

Dans le cas présent, le programme d'aménagement est assimilable à la réalisation de l'ensemble des lignes du réseau Grand Paris Express, à savoir, pour l'horizon 2030 :

- Le prolongement Sud de la **Ligne 14** compris entre les gares d'Olympiades et d'Aéroport d'Orly, en cours d'étude,

- La **Ligne 15** :

  - Dont le tronçon Sud entre les gares de Pont de Sèvres et de Noisy-Champs a fait l'objet d'un dossier d'enquête publique préalable à déclaration d'utilité publique ayant reçu un avis du CGEDD[43] (Autorité Environnementale) en date du 10 juillet 2013 et ayant été mis à disposition du public lors de l'enquête publique tenue du 7 octobre au 18 novembre 2013,

  - Dont le tronçon Ouest entre les gares de Pont de Sèvres et Saint-Denis Pleyel **est l'objet du présent dossier**,

  - Dont le tronçon Est entre les gares de Saint-Denis Pleyel et de Champigny Centre est en cours d'étude [maîtrise d'ouvrage : Syndicat des Transports d'Ile de France]

- La **Ligne 16** comprise entre les gares de Saint-Denis Pleyel et de Noisy-Champs, dont le dossier d'enquête publique préalable à déclaration d'utilité publique a reçu un Avis du CGEDD en date du 28 mai 2014 et a été mis à la disposition du public lors de l'enquête publique tenue du 13 octobre au 24 novembre 2014,

  Ce dossier intègre également la jonction de la Ligne 14 Nord entre les gares de Mairie de Saint-Ouen et Saint-Denis Pleyel, complétant ainsi les travaux en cours (sous maîtrise d'ouvrage RATP-STIF) sur la Ligne 14 entre les gares de Saint-Lazare et Mairie de Saint-Ouen,

- La **Ligne 17** comprise entre les gares de Saint-Denis Pleyel et du Mesnil-Amelot, en cours d'étude,

- La **Ligne 18** comprise entre les gares de Versailles Chantiers et d'Aéroport d'Orly, en cours d'étude.

Les domaines pour lesquels les impacts de la Ligne 15 Ouest sont fortement liés à ceux du programme d'aménagement sont principalement ceux qui s'appliquent de manière diffuse à l'ensemble du territoire de l'Ile-de-France et non pas uniquement à la zone située à proximité immédiate du projet.

Les enjeux élargis du Grand Paris Express sont identifiés au sein de la synthèse proposée dans la pièce G.1. Ils concernent principalement l'urbanisation future du territoire francilien au travers de l'occupation du sol et de l'étalement urbain, la mobilité, les consommations énergétiques et émissions de gaz à effet de serre ou encore la qualité de l'air. Les autres domaines dont les impacts du projet sont moins liés à ceux des autres lignes ne sont abordés que plus sommairement.

[43] *CGEDD : Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable*

6.2 Impacts et mesures pour chaque thématique environnementale

6.2.1 La géologie et le risque géologique

6.2.1.1 Impacts concernant la géologie et le risque géologique

A l'échelle du Grand Paris Express, et au vu des études déjà entreprises sur les Lignes 14 Sud, 15 Sud et 16, les réflexions liées à la géologie ont essentiellement portées sur les contraintes existantes vis-à-vis d'un projet de métro souterrain.

Aussi, les principaux paramètres pris en compte ont été :

- La structure même du sous-sol : sur la base des compagnes géotechniques, les enchevêtrements de couches géologiques ont été reconnus. Des zones laissent apparaitre une séquence géologique très nette, avec des enchevêtrements couramment identifiables en région Ile-de-France.

  D'autres secteurs, par ailleurs, ont montré des failles géologiques, l'absence de certaines couches ponctuellement ou tout simplement des incertitudes quant aux résultats obtenus lors des missions de reconnaissance géotechnique.

  De fait, **l'hétérogénéité des couches géologiques traversées se présente comme une contrainte indéniable à la réalisation des différents tunnels**.

- L'ensemble des risques géologiques tels que :
  - La présence d'anciennes carrières souterraines oui aériennes, remblayées ou non, ou de cavités souterraines non exploitées,
  - La présence de couches géologiques admettant d'éventuels bands de gypse, sensible aux phénomènes de dissolution suivant les circulations d'eau induites,
  - La présence de zones d'aléas plus ou moins fort vis-à-vis des retraits et gonflements des argiles ; les argiles sont en effet très réactives aux paramètres climatiques,
  - La présence de zones de glissement de terrain en fonction des dénivelés identifiés.

L'ensemble de ces paramètres influent ainsi sur :

- Les méthodes de mises en œuvre de l'infrastructure et des différents ouvrages, permettant éventuellement de s'affranchir d'un front de coupe hétérogène
- La stabilité des terrains en phase chantier. Le but est d'estimer les zones susceptibles d'être déstabilisées lors de la mise en œuvre de l'infrastructure,
- Les risques encourus par la confrontation de l'infrastructure avec une zone désignée à risque.

6.2.1.2 Mesures d'accompagnement concernant la géologie

Les principales mesures concernant la prise en compte du risque géologique à l'échelle du Grand Paris sont de plusieurs ordres :

- Réalisation des travaux suivants des méthodes constructives adaptées aux différents secteurs concernés :
  - Plusieurs typologies de tunneliers : tunneliers à pression de terre et tunnelier à pression de boues, afin d'entreprendre le creusement suivant les différentes configurations géologiques rencontrées dans les secteurs d'Ile de France concernés par le Grand Paris Express.
  - Différentes typologies de mise en œuvre des ouvrages (gares et OA) : tranchée couvertes, travaux sous protection de parois moulées, injection ou non d'un fond injecté… Ces dernières sont alors adaptées à chaque contexte local.
  - A la réalisation d'injection de mortier de soutènement dans les secteurs où les affaissements sont les plus probables,
- Prise en compte des risques géologiques de types carrières, dissolution de gypses, mouvement des argiles, glissement de terrain : les principales mesures mises en œuvre correspondent :
  - Au complément d'étude sous la forme des missions géotechniques G2, G3 et G4 permettant de définir plus précisément les paramètres du sous-sol,
  - A la mise en œuvre d'une collaboration active avec les services de l'IGC[44],
  - A la réalisation de contrôle et de suivi à l'avancement des creusements (interférométrie radar, système d'inspection du front de coupe,…),
  - Au respect général de différentes préconisations des zonages réglementaires recoupés (PPR Mouvement de Terrain, art. R111-3 du code de l'urbanisme,…).

6.2.2 Occupation du sous-sol

6.2.2.1 Impacts concernant l'occupation du sous-sol

Les principaux impacts concernant les l'occupation du sous-sol correspondent à :

- Au déplacement des réseaux en interaction directe avec les ouvrages des différentes lignes,
- Au renforcement des ouvrages lorsque ces derniers sont positionnés en approche des ouvrages.

Or, en fonction des ouvrages considérés, les impacts engendrés ne concernent pas les mêmes réseaux ou bâtis :

[44] *IGC : Institut Générale des Carrières*

- L'ensemble des gares et des OA peuvent principalement être en interaction avec des réseaux de surface. En effet, creusés depuis le terrain naturel, les emprises des ouvrages peuvent tout à fait être en interaction avec des réseaux superficiels type CPCU, GRT Gaz, Eaux usées de surface, réseau TRAPIL…

- Le tunnel, quant à lui, engendrera des impacts sur les réseaux structurants tu territoires (généralement les plus en profondeurs : collecteur SIAAP, infrastructure de transport type métro, RER ou autoroutes)), ainsi que sur fondations des bâtiments, lorsque ces dernières sont profondément ancrées.

6.2.2.2 Mesures concernant l'occupation du sous-sol

Au stade des études DUP, la Société du Grand Paris prend en considération l'existence de ces contraintes du sous-sol et s'engage d'ores et déjà à :

- Entreprendre les collaborations nécessaires avec les différents gestionnaires de réseaux afin de connaître précisément l'emplacement de ces derniers ainsi que les contraintes techniques de déplacement et de dévoiement nécessaires au maintien de leur fonctionnement lors de la phase d'exploitation,

- Entreprendre, lorsque cela sera nécessaire, les études géotechniques complémentaires ainsi que les sondages nécessaires pour renforcer la connaissance des caractéristiques des terrains à proximité des fondations de bâtiments,

- Réaliser les études de vulnérabilité du bâti, sur les immeubles à la verticale du passage des différentes lignes,

- Mettre en œuvre les renforcements techniques nécessaires permettant de sécuriser ces réseaux en phase d'exploitation, sans à entreprendre un quelconque dévoiement en phase chantier,

- D'entreprendre un suivi dans le temps des mouvements des terrains (et des bâtis).

A défaut, et en cas de problématique naissante au cours de la phase d'exploitation, la Société du Grand Paris assurera un dédommagement des travaux et/ou des relogements rendus nécessaires.

6.2.3 Les vibrations

6.2.3.1 Impacts concernant les vibrations

Les impacts concernant le contexte vibratoire concernant les deux phases de vies du projet, c'est à dire la phase travaux et la phase d'exploitation.

Gêne induite

La gêne induite correspond au premier impact qualifiable de cette thématique.

La phase travaux, présentant un laps de temps plus court, est moins impactant même si les nuisances générées sont susceptibles de dégrader ponctuellement la qualité de vie des populations.

La phase exploitation correspond quant à elle à la phase de vie du projet à maîtriser au mieux car les vibrations générées constitueront une gêne régulière et habituelle dans un laps de temps relativement long (pour exemple, la ligne 1 du métro est existante depuis plus d'un siècle, même si cette dernière à fait l'objet de rénovation depuis sa mise en service).

Les impacts liés à l'émission de vibrations s'entendent par :

- Une gêne potentielle des occupants en raison de la perception tactile des vibrations,

- Une gêne potentielle des occupants en raison du bruit solidien[45] réémis à l'intérieur des bâtiments, suivant les périodes nocturnes et diurnes et la destination du bâtiment,

- Une perturbation potentielle des activités et/ou équipements particulièrement sensibles aux vibrations.

En termes d'impacts, plusieurs facteurs influencent les la perception des vibrations, dont le principal est la distance entre l'émetteur et le récepteur. En d'autres termes, plus la distance entre l'infrastructure et le terrain naturel sera grande, moins les vibrations ne seront perçues. A ce titre, les différents projets menés ces dernières années en Ile-de-France font état d'absence de vibration perçue au-delà d'une distance infrastructure-terrain naturel supérieure à 20m.

Dans le cas des différentes lignes Grand Paris Express, c'est le cas le plus rencontré puisque la Société du Grand Paris a recherché les solutions optimales entre profondeur du réseau et impacts potentiels en termes de réseaux et de vibrations.

Aussi, les impacts les plus forts se retrouvent au niveau des zones les plus densément urbanisées, et où les bâtiments présentent les fondations les plus profondes : exemple du secteur de La Défense où du prolongement dans Paris de la Ligne 14 Sud.

Tenue des terrains

L'autre impact concerne la déstabilisation des terrains. En effet, le passage de l'infrastructure aux abords des zones de carrières ou des zones fortement remblayées pose la problématique de déstabilisation du sous-sol et donc des bâtis en superficie.

[45] *La notion de bruit soliden est expliquée dans le volet « Vibrations » du rapport 1/3 : Etat Initial de l'Environnement*

Ces cas sont rencontrés principalement au niveau des zones d'anciennes carrières de mentionnées par l'IGC et traversées par le réseau de transport du Grand Paris Express : il s'agit notamment des carrières de calcaires grossiers au Kremlin-Bicêtre, ainsi que celles de Saint-Cloud abordées dans le présent rapport.

6.2.3.2 Mesures concernant les vibrations

En phase de creusement de l'exploitation, les méthodes constructives mises en œuvre permettront logiquement de réduire au maximum les nuisances générées.

Le tunnelier permet de s'affranchir de vitesses de creusement suffisamment faibles pour éviter toutes fractures des matériaux et éviter des émissions importantes de vibration. Bien entendu, dans les zones de traversées de carrières, le comblement de ces dernières permettra alors de s'affranchir d'un éventuel affaissement des cavités.

Aussi, la Société du Grand Paris s'engage à :

- Renforcer sa connaissance des zones de carrières connues et pressenties,
- Mettre en œuvre une inspection du fond de coupe afin de connaître la présence de nouvelles carrières à l'avancement,
- Renforcer les zones géologiques susceptibles de s'effondrer sur l'effet du creusement et des vibrations alors générées : cas des carrières de calcaires traversées à Villejuif et Saint-Cloud.

En phase d'essai des lignes et d'exploitation de ces dernières, le passage dans certains secteurs habités nécessitera :

- De définir avec plus de précisions le niveau de vibrations émis et estimer l'acceptabilité des impacts générés. En ce sens, la Société du Grand Paris réalisera des compléments d'études, sous la forme de modélisations, dans l'ensemble des secteurs jugés à risque. Ces modélisations permettront de définir les seuils vibratoires perçus en surface et de définir le niveau des protections vibratoires à mettre en œuvre,
- D'entreprendre la mise en œuvre de rails anti-vibratiles permettant de générer moins de vibrations à la source,
- De réaliser un suivi du niveau de nuisance par la réalisation de mesures in-situ avant mise en service de la ligne et de mesures à la surface durant les phases d'essai.
- D'assurer un entretien régulier de l'infrastructure afin de limiter l'usure des rails et des roues favorisant des émissions plus importantes.

6.2.4 Population et emplois et étalement urbain

6.2.4.1 Impacts du Grand Paris Express

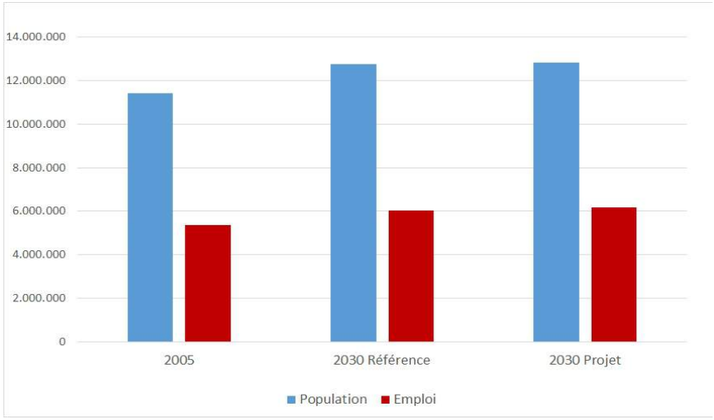
Une infrastructure de transport de l'envergure du Grand Paris Express aura des conséquences fortes sur la population l'emploi et l'occupation du sol en Ile-de-France. Sa mise en œuvre doit donc s'inscrire dans une politique plus générale de développement économique et social des grands territoires stratégiques de l'Ile-de-France. Dans ce sens, le projet du Grand Paris Express constitue un moteur de la croissance de la population et de l'emploi en Ile-de-France et devrait ainsi permettre :

- de favoriser les créations d'emplois ;
- d'attirer davantage d'habitants en Ile-de-France, essentiellement dans les communes qui seront desservies directement par l'infrastructure, en cœur d'agglomération;
- de corriger les inégalités territoriales ;
- de favoriser une structure urbaine plus durable.

La croissance de la population et de l'emploi serait particulièrement concentrée dans les communes qui seront desservies directement par l'infrastructure.

Les évolutions entre 2005 et 2030 dans le scénario de référence (sans Grand Paris Express) et dans le scénario de projet (avec Grand Paris Express) sont présentées dans la figure suivante. Ces hypothèses de croissance traduisent une volonté politique qui repose sur le développement des grands territoires stratégiques de l'Ile-de-France, au premier rang desquels Paris et le cœur de l'agglomération parisienne.

Hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi entre 2005 et 2030 en Ile-de-France



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 ne pourra être limité dans le futur, que si l'urbanisation 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.

Dans ce contexte, la mise en œuvre du réseau de transport public du Grand Paris Express est donc une condition pour le succès d'un aménagement du territoire plus durable favorisant la densification de l'habitat et des activités autour des futures gares. Son impact sera d'autant plus grand que le nombre de gares desservies est important.

L'analyse des impacts montre qu'à l'horizon 2030, la mise en service du Grand Paris Express serait en mesure de stimuler une densification supplémentaire sur les territoires franciliens permettant la préservation d'environ 16 000 hectares de l'urbanisation nouvelle comparativement au scénario de référence. A cela, il faut ajouter la préservation d'environ 2 000 hectares hors territoire régional, du fait des migrations vers l'Ile-de-France en situation de projet.

La densification supplémentaire sur les territoires à proximité des gares permettrait donc, en moyenne, la préservation d'environ 720 ha/an entre 2005 et 2030, par rapport à la situation de référence sans Grand Paris Express. La consommation actuelle d'espaces naturels au profit de l'urbanisation étant estimée à 1 680 ha/an (SDRIF 2013), le programme du Grand Paris Express permettrait une réduction de l'étalement urbain d'environ 43%.

Parallèlement, la densification et la réduction des surfaces nouvellement urbanisées rendues possible par le projet permettraient d'éviter la construction d'approximativement 4 000 km de VRD comparativement au scénario de référence d'ici à l'horizon 2030.

6.2.4.2 Mesures d'accompagnement

A lui seul, le Grand Paris Express 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 ci-avant seront rendus possibles par la réalisation du projet, mais ils ne se produiront que si d'autres mesures « externes » (échappant 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.

Dans cette optique, les Contrats de Développement Territorial (CDT) constituent aujourd'hui des outils opérationnels clefs. Pour rappel, les CDT ont pour vocation de constituer un outil à disposition des communes afin qu'elles soient en mesure d'anticiper et de répondre au mieux aux besoins des populations et des emplois à venir. Via les CDT, les collectivités territoriales s'associeront à l'Etat afin d'élaborer et de mettre un œuvre un projet ambitieux pour leur territoire en termes d'urbanisme, d'économie, de transport et d'environnement.

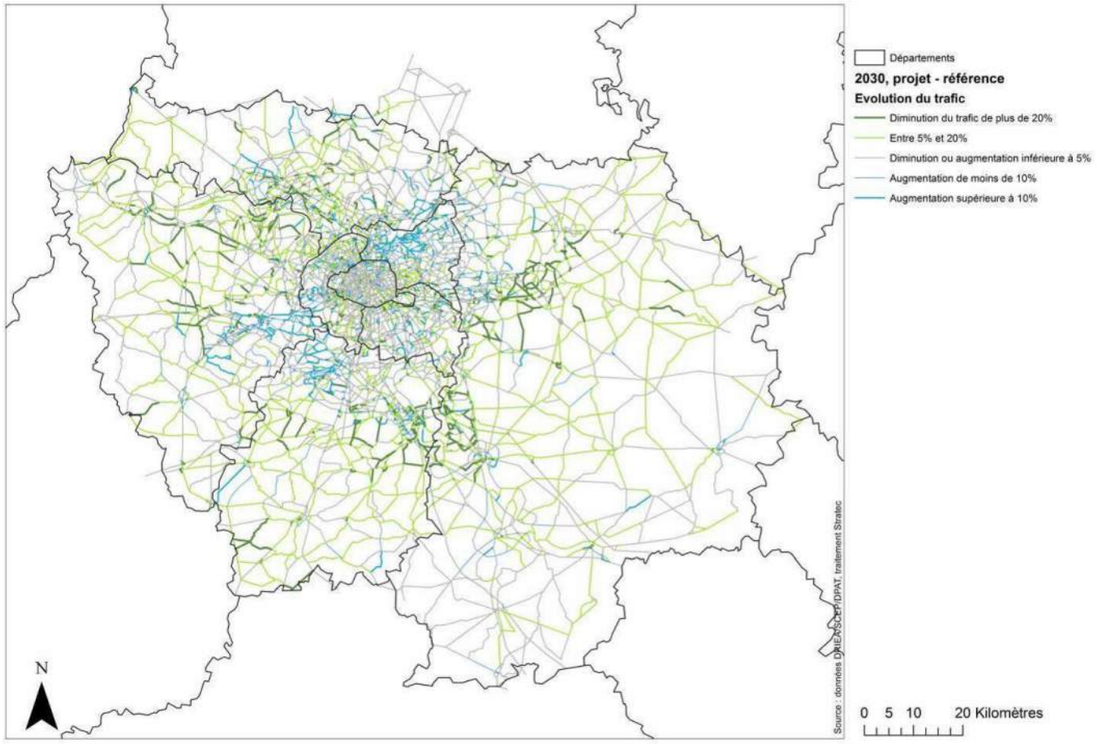
6.2.5 La mobilité francilienne

6.2.5.1 Impacts du Grand Paris Express

L'augmentation de la demande en transport public d'ici 2030 sera généralisée en Ile-de-France, mais elle sera particulièrement marquée sur les relations de périphérie à périphérie. Un transport efficace tel que le métro automatique permettra d'absorber cette demande et d'attirer de nouveaux voyageurs du mode routier, réduisant ainsi la longueur d'axes congestionnés[46] sur le réseau routier (-90 kilomètres à l'horizon 2030, soit -3,6 % par rapport à la situation de référence sans Grand Paris Express).

La fréquentation prévisionnelle du réseau Grand Paris Express est estimée entre 265 000 et 300 000 voyageurs à l'heure de pointe du matin, à l'horizon cible 2030.

Le potentiel de report modal vers les transports publics restera élevé même après la mise en œuvre du projet. Il est donc essentiel d'accompagner le déploiement du métro automatique par des mesures en faveur du report modal et d'intervenir pour maîtriser l'aménagement, notamment autour des gares. Par ailleurs, là où la capacité des axes routiers le permet et lorsque les études auront démontré la pertinence de tels équipements (notamment leur absence de concurrence avec le réseau de transports en commun de surface), des parkings relais pourront être construits, afin de faciliter le report modal de la voiture vers les transports publics.



Différences de charge sur le réseau routier en 2030, entre les situations avec et sans projet (source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec)

46 *A plus de 80%*

La mise en service du métro automatique permettra également de soulager les réseaux de transports en commun ferrés existants fortement saturés, notamment les lignes de RER. Le réseau Grand Paris Express offrira une amélioration considérable du maillage du réseau existant. Sur l'ensemble des gares du nouveau réseau, près de 80% offriront une correspondance avec un mode structurant. Ces nouvelles gares seront de véritables pôles multimodaux, où les correspondances entre modes seront faciles et rapides, et où l'accès pour les piétons et les cyclistes, ainsi que pour les personnes à mobilité réduite, sera facilité.

6.2.5.2 Mesures d'accompagnement

Par les avantages qu'il confère aux utilisateurs, le Grand Paris Express permettra un report modal de la voiture vers les transports en commun. Ce report modal sera d'autant plus grand que des mesures seront prises pour favoriser l'utilisation des transports en commun.

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.

Parmi les mesures influençant 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 seraient particulièrement influentes. Ces mesures rendent 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 en instaurant des tarifs combinés ou en créant des aires de stationnement aux abords des gares 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 réseau Grand Paris Express 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.

6.2.6 Les nuisances sonores

6.2.6.1 Impacts du Grand Paris Express

Les incidences du programme d'aménagement du réseau de transport du Grand Paris ont été nécessairement analysées au travers des deux phases chantier et exploitation.

Les nuisances sonores durant les chantiers du Grand Paris Express seront similaires à celles de la Ligne 15 Ouest mis à part qu'elles seront davantage réparties dans le temps (2015-2030) et dans l'espace (répartition relativement uniforme sur les 205 km du Grand Paris Express). Elle seront donc essentiellement liées aux engins de chantier (mobiles ou présents en permanence), aux outils et équipements de chantier, aux transports de matériel et aux travaux bruyants. Les bruits causés par les éclats de voix, les sirènes de recul et les bruits de chargements/déchargements des matériaux.

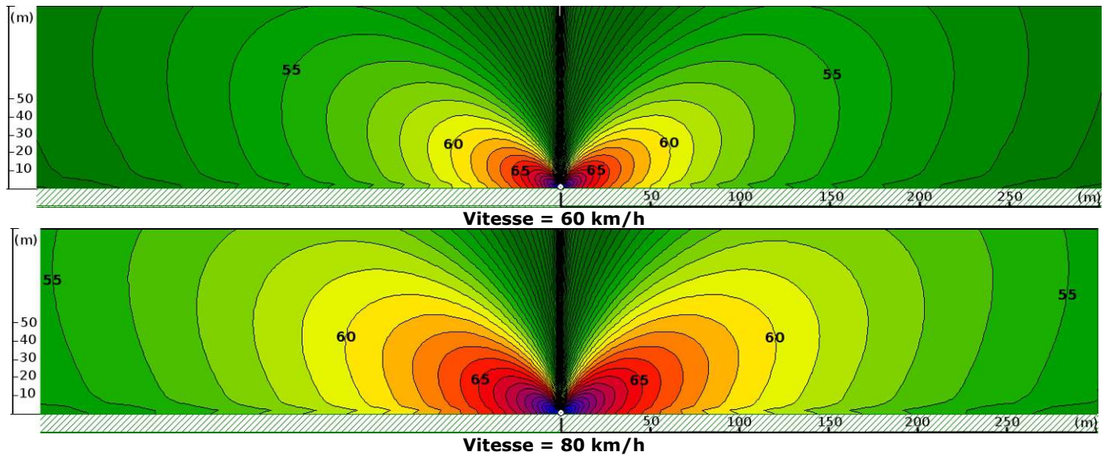
Durant la phase d'exploitation des lignes, les incidences du projet s'entendent principalement suivant deux aspects :

- **L'impact direct lié à la circulation du matériel roulant** et donc principalement des émissions sonores des roues sur les rails (ou des pneus sur les supports de roulement),

  Les impacts seront très peu perceptibles sur la majorité du tracé du Grand Paris Express dans les sections où le programme s'inscrit en souterrain. Les principales émissions sonores sur ces sections correspondront au bruit en sortie des ouvrages annexes.

  Aussi les impacts directs les plus forts d'identifieront au niveau des sections en viaduc, à savoir sur la Ligne 17 et 18, où la densité d'habitats est plus faible (secteurs de Saclay et de Gonesse). Les résultats d'une première évaluation des impacts sonores du métro sur les sections extérieures de plein pied sont présentés dans la figure ci-dessous.

Résultats de la modélisation d'une ligne de métro au sol à l'heure de pointe le matin



Profil de propagation sonore en heure de pointe le matin pour les vitesses 60 et 80km/h – 30 à 32 métros/heure – insertion au sol

Les résultats présentés ci-dessus, montrent que la vitesse du métro est un paramètre influant sur le niveau de bruit généré avec des distances aux isophones pour 80km/h

proches du double de celles calculées pour la vitesse de 60 km/h. soit une largeur des secteurs affectée par le bruit 2 fois plus grande.

Les distances pour les courbes isophones, à 2m de hauteur, pour une configuration de voie au sol, sans aucun obstacle et pour une vitesse moyenne de 60km/h sont les suivantes :

Distances en mètres par rapport aux voies de métro pour atteindre les isophones Laeq (1h) 65, 60, 55, 50, 45 et 40 dB(A) pour une propagation en terrain plat, en champs libre et le trafic métro prévisible en heure de pointe le matin et la nuit –récepteurs à 2m de hauteur

Ligne de métro au sol	nbre métro/h	isophones calculés pour une vitesse de 60km/h - insertion au sol					
		65 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)
Heure de pointe le matin	30 à 32	19	49	122	290	610	1069

Pour rappel, la réglementation française en matière de nouvelle infrastructure ferroviaire[47] prévoit que les niveaux sonores maximums (i) pour les logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée[48], écoles et établissements de soins de santé sont de 60 dB(A) le jour (6-22h) et 55 dB(A) la nuit (22-6h) et (ii) pour les autres logements et bureaux sont de 65 dB(A) le jour (6-22h) et 60 dB(A) la nuit (22-6h).

Pour une propagation en champs libre, sur un terrain plat sans obstacle et avec un sol réverbérant, les résultats révèlent que :

- Pour atteindre le critère de 65 dB(A) applicable de jour pour des zones d'autres logements et/ou de bureaux la distance minimum par rapport à la voie de métro en insertion au sol est de 19 m.
- Pour atteindre le critère de 60 dB(A) applicable de jour pour les logements à ambiance préexistante modérée et les établissements d'enseignement ou de soins, la distance minimum par rapport à la voie en insertion au sol est de 49 m selon le trafic prévu.

- **L'impact indirect lié à l'effet du report modal** sur le volume de véhicules empruntant quotidiennement les axes du réseau viaire ou aux activités développée au sein des gares.

  Bien que l'effet du Grand Paris Express sur le report modal soit sensiblement plus important que celui de la Ligne 15 Ouest uniquement, les variations induites par le projet resteront relativement faibles par rapport à un impact potentiel sur les niveaux sonores. Pour rappel, l'oreille ne perçoit que les modifications sonores inférieurs à un décibel, ce qui correspond à une réduction de trafic de l'ordre de 25%. Les diminutions de trafic souvent de l'ordre de quelques pourcents ne seront donc pas suffisamment importantes pour faire varier les niveaux sonores générés par le trafic routier de manière significative.

[47] *Arrêté du 8 novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires*
[48] *Une zone est dite à ambiance préexistante modérée si le niveau sonore avant la construction de la voie nouvelle à 2m en façade des bâtiments est tel que LAeq (6h-22h) < 65 dB(A) et LAeq (22h-6h) < 60 dB(A)*

Aussi, il semble que les impacts indirects les plus importants seront observés à une échelle locale avec un report de trafic routier plus conséquent qu'à l'échelle de la Région où l'impact sur le bruit routier est quasi-nul.

L'implantation des gares sera donc un facteur important dans le report modal et la variation du trafic routier à proximité des gares mais aussi en raison de l'afflux de piétons et de la densification potentiel qu'elles induiront. Les impacts les plus importants seront à prévoir:

- Dans les zones urbaines ou semi-urbaines où aucune gare ni zone commerciale n'est implantée,
- Dans les zones de coupures entre deux zones urbaines,
- Dans les zones situées à proximité d'espaces verts si le développement de la gare est associé à une urbanisation importante de la zone.

6.2.6.2 Mesures d'accompagnement

En phase chantier, de manière générale :

- Le choix des équipements et des techniques de construction les moins bruyants est primordial pour la réduction de l'impact sonore du chantier,
- Le personnel sera formé et sensibilisé aux nuisances sonores potentielles des chantiers,
- Une bonne localisation des sources de bruit et de la zone de livraison pourra permettre une réduction significative de la perception des nuisances sonores. Ce point nécessite cependant une analyse ciblée sur le base d'éléments de projet plus aboutis.
- Enfin la planification des tâches et l'information des riverains seront des outils essentiels pour limiter la gêne sonore ressentie par les riverains.

En phase d'exploitation, les mesures mise en œuvre à l'échelle du réseau de transport du Grand Paris s'articulent autour des facteurs suivants :

- Les mesures dites « à l'émission » :
  - Recherche de matériel roulant efficace (blocs moteurs silencieux, freins composites, usage de pneumatiques…) et de technologies moins émettrices de bruit (pose de rails antivibratoires…), et entretien régulier des équipements (rails et roues),
  - Limitation des vitesses maximales autorisées pour le matériel roulant,
  - Définition de plans de circulation prenant en compte la dimension « bruit » et limitant notamment les vitesses sur certains axes en zones calmes.
- Les mesures liées « à la propagation des ondes » :
  - Respect de distances minimales entre l'infrastructure et les bâtis dans les études de conception.
  - Définition et mise en place des écrans de protections sonores lorsque les distances ne permettent pas de réduire suffisamment le bruit.

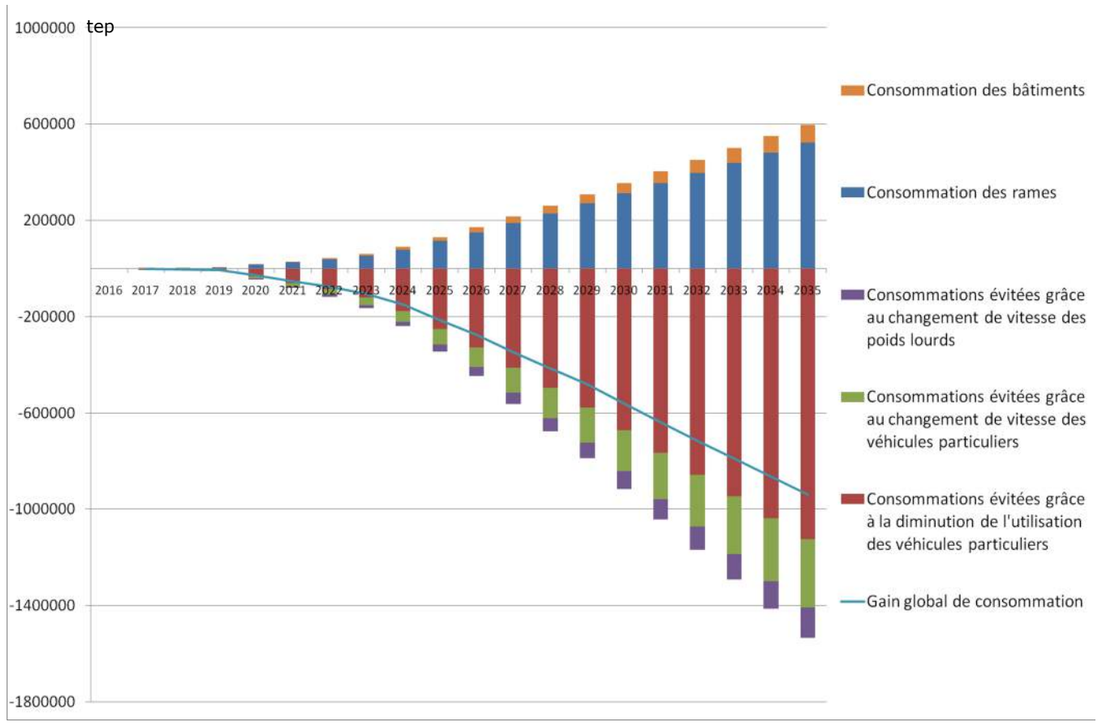
6.2.7 Les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre

6.2.7.1 Impacts du Grand Paris Express

Consommations énergétiques

Le bilan énergétique du réseau de transport du Grand Paris Express révèle que les diminutions de consommation du trafic routier induites par la mise en service du métro compensent largement les consommations énergétiques du métro (traction et bâtiments). Le projet permet donc de réduire les consommations énergétiques et diminuer la dépendance aux énergies fossiles. La diminution cumulée de la consommation du trafic routier engendrée grâce au projet est estimée à -937 000 tep à l'horizon 2035 selon les hypothèses considérées.

Le cumul des différentes consommations énergétiques depuis les premières mises en service du réseau Grand Paris Express jusqu'à l'horizon 2035 est représenté sur la figure suivante. Le bilan énergétique global s'avère particulièrement positif dès la mise en service des premières lignes du réseau. Les gains sont d'autant plus grands que l'on considère un horizon lointain.



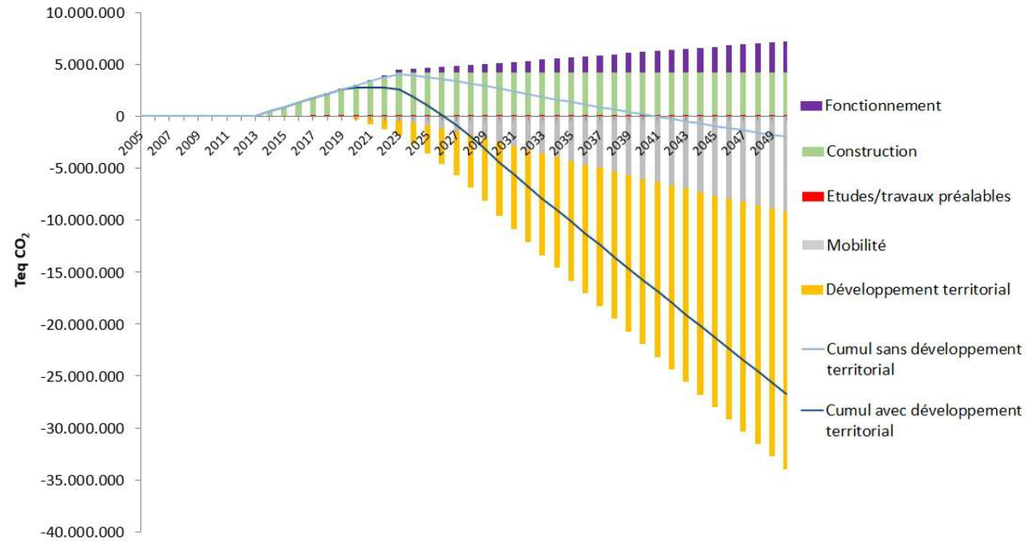
Consommations énergétiques cumulées par poste

Emissions de gaz à effet de serre

Le bilan des émissions de GES de l'ensemble du réseau Grand Paris Express démontre l'utilité du projet, notamment grâce aux émissions liées au trafic routier que le projet permet d'éviter et qui compensent les émissions induites par la construction et le fonctionnement de l'infrastructure. Les résultats soulignent également l'importance des émissions qui pourront être évitées au niveau du développement territorial grâce à l'amélioration du bâti et à la densification des zones urbaines.

Les émissions de gaz à effet de serre ont été calculées pour l'ensemble des phases du projet, de la construction jusqu'à l'exploitation. Ces émissions concernent donc les études préalables à la réalisation du projet, la construction de l'infrastructure (4 226 000 téqCO_2) et l'exploitation du métro (107 000 téqCO_2 par an). Celles-ci sont toutefois largement compensées par les émissions évitées grâce à la mobilité et au développement territorial permises par le programme.

Comme le montre la figure suivante, les émissions évitées seront égales aux émissions induites aux alentours de 2040 sans prendre en compte les gains liés au développement territorial, et aux alentours de 2026 avec les gains liés au développement territorial. A l'horizon 2050, le poste le plus important est ainsi de loin celui lié au développement territorial. Les postes de construction et de fonctionnement seront approximativement compensés par les seuls gains liés à la mobilité, tandis que les gains liés au développement territorial permettront au projet d'avoir réduit les émissions cumulées de GES de 24 800 000 téq CO_2 à l'horizon 2050.



Cumul des émissions de GES (en téq CO2) suite à la mise en service progressive de l'ensemble du réseau.

Bien que ces diminutions soient non négligeables, elles ne correspondent qu'à une petite partie de l'effort global à réaliser (objectif de -75% des émissions entre 1990 et 2050). En effet, la réduction des émissions liées au trafic routier engendrées par le projet (-385 000 téq/an à l'horizon 2030) correspond à une diminution d'environ -2,1% des émissions totales issues du trafic routier en Ile-de-France en 2005 (18 000 000 téqCO_2[49]). Concernant le développement territorial, la réduction des émissions de GES induite par le projet de -885 500 téq CO_2 à l'horizon 2050 correspond à environ -3,4% des émissions totales des secteurs résidentiel et tertiaire de l'Ile-de-France en 2005 (26 000 000 téqCO_2).

Le programme Grand Paris Express contribue donc de manière significative à la réduction des émissions de GES mais ne constitue qu'une partie d'un ensemble beaucoup plus important de mesures à mettre en place pour atteindre les objectifs très ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de consommation énergétiques.

[49] *Bilan carbone de la Région Ile-de-France, IAURIF, 2007, voir pièce G.1 pour plus de détails*

6.2.7.2 Mesures d'optimisation

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.

Bien que les quantités d'énergie nécessaires au fonctionnement du Réseau de Transport du Grand Paris ne permettent pas de s'approvisionner uniquement à partir de ressources renouvelables disponibles en interne (surfaces disponibles pour la production d'énergie éolienne restreinte, énergie géothermique limitée, etc.), il sera cependant intéressant d'envisager les opportunités de production d'énergie renouvelable ou de favoriser les fournisseurs d'électricités produisant une grande proportion de l'énergie à partir de ressources renouvelables.

Mobilité : report modal vers les transports en commun

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.

Développement territorial

Le développement territorial nouveau induit par le programme Grand Paris Express 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'accompagnements visant notamment à réduire l'étalement urbain et à favoriser la densification autour des gares. Tous les détails sur ces mesures d'accompagnement 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 Coefficient 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/reconstruction 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 locale, ces politiques peuvent passer par la révision de documents tels que les Plans Locaux d'Urbanisme.

6.2.8 L'archéologie

6.2.8.1 Impacts du Grand paris Express

La création du réseau de transport du Grand Paris aura des incidences fortes à faibles sur l'archéologie suivant les tronçons observés :

- Dans les sections souterraines construites en tunnelier, la profondeur de creusement (9 à 10 m minimum) permettra a priori d'éviter la plupart des vestiges archéologique sur ces tronçons. Les secteurs sensibles seront concentrés au niveau des émergences du réseau ;
- Dans les sections en aérien, le sol et le sous-sol seront travaillés sur une profondeur qui pourra être suffisante pour mettre à jour des vestiges archéologiques. Des vestiges archéologiques sont d'ailleurs déjà connus sur la section aérienne du linéaire compris entre Tremblay-en-France et Gonesse et sur la section aérienne du tronçon entre Palaiseau et Villiers-le-Bâcle.
- Sur tous les secteurs où des terrassements sont prévus, des incidences vis-à-vis de l'archéologie sont potentiels notamment ceux où des remaniements de sols importants sont envisagés (creusement de tranchées couvertes, nouveau système d'échange, zones de dépôts, bassins de traitement des eaux,…). Les impacts sur le patrimoine archéologique pourraient alors consister en la destruction de vestiges, de traces ou d'objets.

De manière générale, les impacts sur le patrimoine archéologique seront *a priori* faibles étant donné le caractère déjà fortement remanié des terrains. En effet, les emprises envisagées sont en grande partie situées en milieu urbanisé ou dans des terrains qui ont déjà été perturbés lors de la construction de bâtiments ou d'autres infrastructures relativement récentes. Toutefois, sur les secteurs où l'urbanisation est plus ancienne, il peut y avoir superposition d'époque d'occupation et des travaux profonds peuvent mettre à jour des vestiges recouverts.

Les mesures réglementaires liées à l'archéologie préventive 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.

Le risque d'impact le plus fort concernera dons principalement les secteurs archéologiques non connus ou non soupçonnés à ce jour. En effet, les travaux pourront mettre à jour des vestiges inconnus. Dans ce cas des mesures particulières devront être prises au cours du chantier pour limiter cet impact.

6.2.8.2 Mesures d'accompagnement

Concernant les impacts potentiels sur le patrimoine archéologique, le maître d'ouvrage respectera la législation en vigueur en matière de découverte fortuite, à savoir :

- Le livre V du code du patrimoine,
- La loi n° 2003-707 du 1er août 2003 modifiant la loi n° 2001-44 du 17 janvier 2001 relative à l'archéologie préventive,
- Le décret 2004-490 du 3 juin 2004 relatif aux procédures administratives et financières en matière d'archéologie préventive.

L'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP), établissement public national à caractère administratif, sera chargé d'exécuter les prescriptions imposées par l'Etat (le Préfet de Région).

Ainsi, afin de préserver les richesses du patrimoine archéologique, le maître d'ouvrage s'engagera à :

- Communiquer un plan détaillé des travaux ainsi que la date d'ouverture des travaux aux organismes concernés, afin qu'ils engagent éventuellement des prospections préventives ;
- Arrêter les travaux en cas de découvertes fortuites et en informer les organismes concernés.

6.2.9 Le patrimoine naturel

6.2.9.1 Milieux naturels, faune, flore

Les impacts des sections souterraines du projet de métro du Grand Paris sur les espèces et les milieux naturels sont **réduits**. Seuls les ouvrages annexes, les gares et les sites de maintenance et de remisage auront effectivement une emprise au sol mais de façon irrégulière.

Les **principaux impacts potentiels** identifiés sont liés à la **phase travaux**. La traversée des cours d'eau et des nappes d'eaux en souterrain, la localisation des points d'entrée du tunnelier, les nuisances potentielles liées aux creusements du tunnel (vibrations, rabattement de nappe) et des gares et le stockage des matériaux sont les étapes importantes à considérer en phase travaux afin de réduire les impacts sur le milieu naturel.

Le fuseau d'étude à l'échelle du programme coupe à plusieurs reprises la Seine et la Marne ainsi que les canaux de Saint-Denis, de l'Ourcq, de Chelles et traverse d'importantes masses d'eau souterraines. Ces points sont autant de **risques de pollution** ou de **modifications des conditions hydrologiques**, qui sont considérés comme des impacts potentiels et dont l'analyse se trouve dans le détail par ligne.

Concernant la localisation des zones de stockage des matériaux de déblais, leur situation devra là encore tenir compte au maximum des enjeux écologiques, en limitant par exemple l'emprise sur les milieux naturels ou encore le dérangement provoqué par les poids lourds évacuant les déblais.

Malgré un effet d'emprise réduit sur les milieux naturels, les sections en souterrain peuvent avoir des impacts importants en phase travaux, notamment sur le réseau hydrologique. Une attention spécifique a été portée sur ce point.

6.2.9.2 Continuités écologiques

A l'échelle du programme du Grand Paris Express, le fuseau d'étude n'intersecte plusieurs continuités écologiques et réservoirs de biodiversité identifiés dans le cadre du Schéma Régional de Cohérence Ecologique adopté en 2013.

Sur la Ligne 18 les réservoirs de biodiversité sont la forêt domaniale de Versailles, la Vallée de la Bièvre et la Vallée de la Mérantaise incluant la forêt de Port-Royal qui est une entité Natura 2000 de la ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches ».
Sur la Ligne 17, le réservoir de biodiversité identifié est l'entité Natura 2000 du parc départemental du Sausset inclus dans la ZPS « Site de Seine Saint-Denis.
Sur la Ligne 16, les réservoirs de biodiversité sont les entités inclus dans la ZPS « Site de Seine Saint-Denis » avec la promenade de la Dhuis, la forêt de Bondy.
Sur la Ligne 15 Sud, le réservoir de biodiversité est le parc départemental des Lilas.
Les Lignes 14 Sud et 15 Ouest n'intersectent pas de réservoirs de biodiversité.
Toutefois, des secteurs d'intérêt en contexte urbain sont identifiés pour les lignes de la Petite Couronne. Il s'agit généralement de petits parcs urbains d'intérêt local.

Les incidences du projet sur les continuités écologiques s'évaluent au regard des questionnements autour de la fonctionnalité de la trame verte et bleue (surface, agencement spatial, etc.), de l'équivalence écologique et de la potentialité de création de nouvelle trame au vue des réflexions sur l'équivalence.

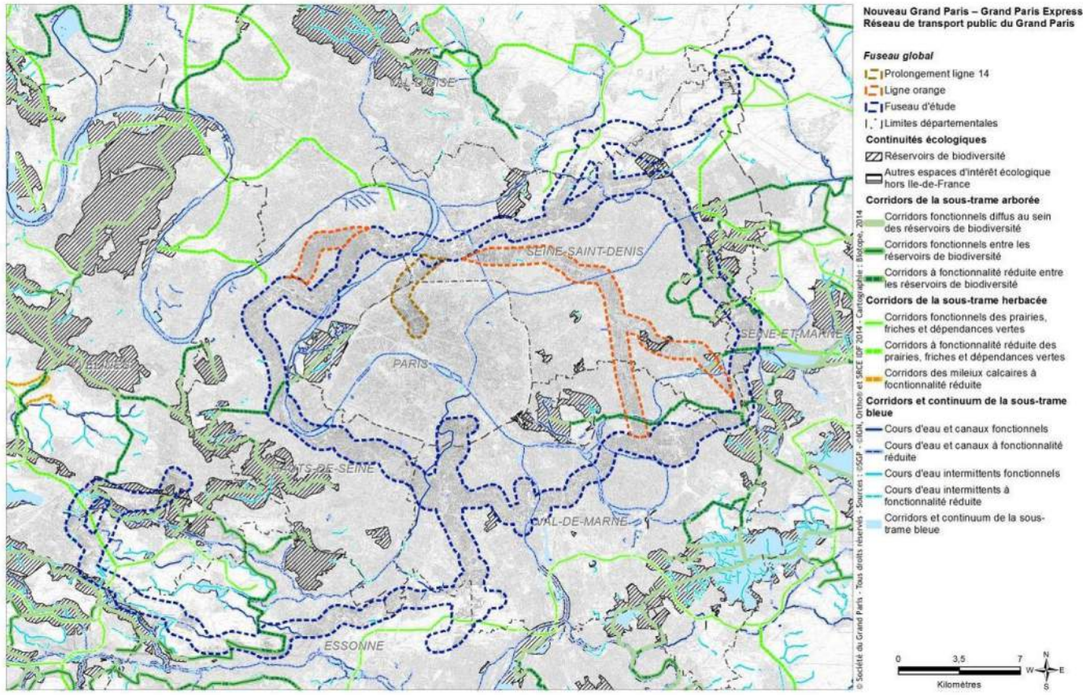
Les incidences sur les continuités écologiques se limitent aux tracés en aérien et aux émergences (gare, ouvrage, sites de maintenance et de remisage) dans les tronçons en souterrain :

6) Destruction d'habitats présents dans les continuités écologiques,
7) Fragmentation des continuités écologiques,
8) Coupure d'axe de communication,
9) Perte de fonctionnalité des continuités écologiques,
10) Surmortalité par collision.

Une analyse fine à l'échelle de chaque ligne est réalisée pour préciser les impacts et leur localisation. Cette analyse se base notamment sur le SRCE IDF et les trames verte et bleue départementales et locales qui sont identifiées sur le territoire. Des mesures sont proposées pour réduire les interactions.

Par ailleurs, ce type de programme peut être l'objet d'une analyse d'opportunité de création de corridors et de renforcement de la fonctionnalité écologique. A titre d'exemple, le passage en viaduc et la mise en place de mesures simples peuvent être favorables au déplacement des Chiroptères si le viaduc est associé à l'implantation d'un linéaire boisé.

Des mesures afin de favoriser la restauration des continuités sont proposées sur plusieurs des lignes du programme du Grand Paris Express.



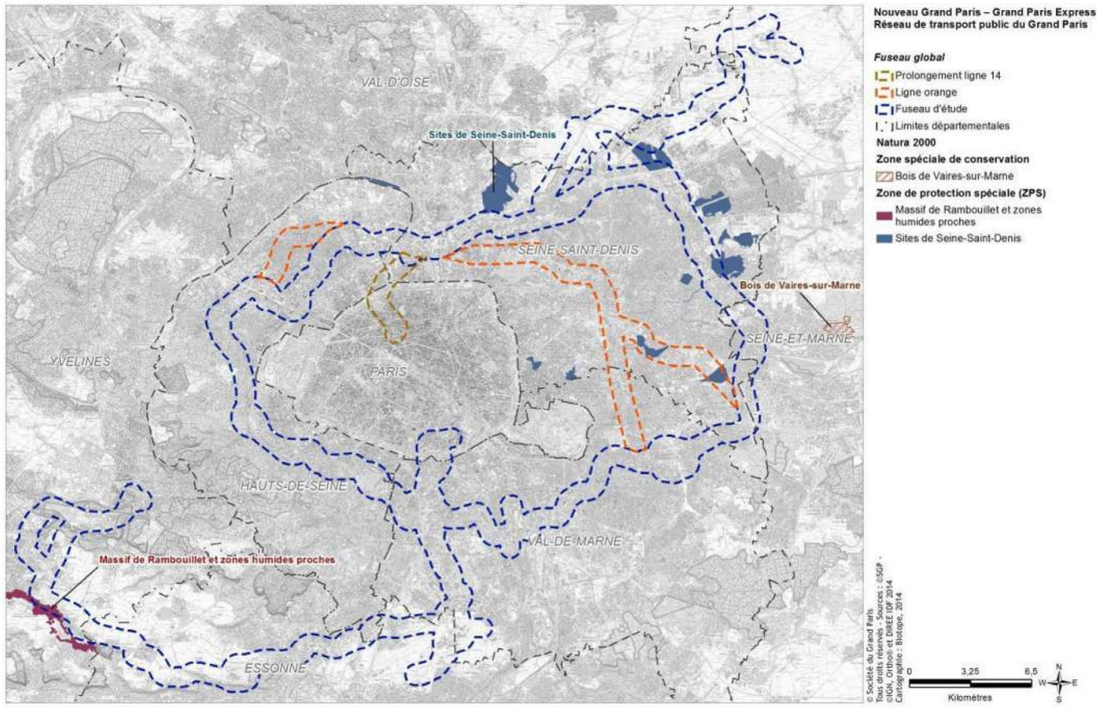
Carte de localisation des continuités écologiques (réservoirs et corridors écologiques) identifiées dans le SRCE IDF – source : DRIEE, 2013

6.2.9.3 Natura 2000

Deux sites Natura 2000 sont directement concernés par le fuseau d'étude du programme du Grand Paris Express, à savoir la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » et la ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches ». Ces sites font donc l'objet d'une évaluation des incidences au titre de Natura 2000.

Les études d'incidences complètes seront annexées au dossier d'étude d'impact des lignes concernées. Les premières conclusions de ces dossiers sont reprises dans ce résumé.

Outre ces deux sites en interaction directe avec le programme du Grand Paris Express (périmètre du site traversé par le fuseau d'étude), une attention particulière a été portée aux sites, hors fuseau, potentiellement en interaction hydrogéologique avec les travaux pour la construction des gares, et dans une moindre mesure, pour le tunnel et ce en fonction des techniques utilisées. La ZSC « Bois de Vaires-sur-Marne » a été identifiée comme en interaction potentielle. Ce site qui ne présente après analyse et modélisation hydrogéologique pas d'incidence est cité pour la complétude de la démarche et du dossier.



Carte de localisation des sites Natura 2000 aux alentours du programme du Grand Paris Express – source : DRIEE

ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »

Le site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » est concerné par deux portions du projet de métro du Grand Paris : la ligne 16 « Le Bourget-Noisy-Champs » et la ligne 17 « Les Grésillons-Le Mesnil Amelot ».

Cette Zone de Protection Spéciale est composée de 15 entités. Seules les entités directement concernées par le fuseau d'étude ont été retenues pour l'analyse des incidences, à savoir : le Parc Georges Valbon, le Parc départemental du Sausset, le Parc de la Poudrerie, la forêt de Bondy et le Parc de la Haute Ile. Seules les espèces présentes de manière régulière et listées au FSD ont été retenues pour l'analyse des incidences, *i.e* : le Blongios nain, le Butor étoilé et la Pie grièche écorcheur pour le parc Georges Valbon, le Blongios nain pour le parc du Sausset, les Pics noir et mar pour le parc de la Poudrerie et la forêt de Bondy et le Martin pêcheur d'Europe, la Sterne pierregarin et la Pie grièche écorcheur pour le parc de la Haute Ile.

Les entités du site Natura 2000 sont évitées, ce qui limite les incidences directes possibles. De même au stade de définition du projet, **une partie des incidences étudiées peut être considérée comme non significative avec** la mise en œuvre des mesures de réduction proposées telles que :

- la localisation des liinstallations de base chantier afin de limiter les incidences liées aux dérangements en phase travaux,

- au niveau de la gare de Clichy-Montfermeil où l'aménagement de surface prendra en compte les incidences potentielles sur la fréquentation de la forêt de Bondy (dérangement en phase opérationnelle).

Des recommandations ont été formulées mais des investigations nouvelles seront nécessaires à l'échelle de chaque projet de ligne afin de s'assurer du dimensionnement exact des impacts.

L'incidence du projet sur les niveaux d'eau souterraine est fondamentale. Tous les plans d'eau ne sont pas sensibles aux variations piézométriques des eaux souterraines car certains sont alimentés par les eaux superficielles mais beaucoup de zones humides en Ile-de-France sont en interactions fortes avec les eaux souterraines. Les Etangs des Brouillards et du Vallon, du Parc Georges Valbon, le Marais et l'Etang de Savigny du Parc du Sausset et les étangs du Parc de la Haute Ile sont par exemple très sensibles aux variations de la piézométrie. Leur sensibilité repose sur leur distance par rapport au tracé et leur profondeur.

Ces secteurs font l'objet d'une attention particulière dans la conception du projet et dans le détail de chaque ligne afin de conclure à une absence d'incidence significative sur l'état de conservation des espèces et des habitats d'intérêt communautaires.

ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches »

Cette Zone de Protection Spéciale (ZPS) est concernée par la ligne 18 « Orly-Versailles » du projet de métro automatique du Grand Paris. L'étude d'incidences du projet de métro du Grand Paris sur ce site Natura 2000 sera donc effectuée dans les dossiers relatifs à la ligne 18. Une pré-analyse sommaire est présentée ici.

Le site Natura 2000 ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches » est composé de plusieurs entités. Notre fuseau d'étude en recoupe une seule : la forêt de Port-Royal, site sur laquelle au moins cinq espèces, listées au FSD, y trouvent des habitats favorables : le Pic mar, le Pic noir, l'Engoulevent d'Europe, l'Alouette lulu et la Bondrée apivore. Cette liste d'espèces sera complétée par les investigations de terrain en cours.

Entre Saint-Quentin-Est et Palaiseau, des variantes en viaduc sont à l'étude. A ce stade, les incidences envisageables sont :

- Destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales,

- Dégradation des habitats d'espèces,

- Dégradation des fonctionnalités écologiques pour l'espèce,

- Dérangements en phase travaux et en phase exploitation,

- Fragmentation de l'habitat de reproduction.

L'étude d'incidences de ce site sera intégrée dans les études d'impacts relatives à la ligne 18, en interaction directe avec le site.

6.2.9.4 Les milieux agricoles

Une distinction nécessaire est faite entre les sections aériennes et souterraines du réseau de transport du Grand Paris.

Les impacts et les mesures sont traités suivant cette distinction.

Section en aérien

Pour les sections en aérien, **l'effet d'emprise** est le principal impact direct identifié à ce stade, dont découlent la **consommation de terres agricoles** et la **fragmentation de l'espace agricole** notamment (coupure siège exploitation / terrain).

La perte de terres arables ou la fragmentation des parcelles peut avoir des incidences sur la pérennité d'une ou plusieurs exploitations agricoles :

11) Perte de Surface Agricole Utile (SAU), dont la superficie et la localisation sont précisés pour chaque projet de ligne,

12) Remise en cause potentielle des contrats auxquels les agriculteurs ont souscrits (agriculture durable, conversion en agriculture biologique…)

13) Dans le cas de prairies de pâture, remise en cause du plan d'épandage de l'exploitation, nécessitant l'exportation des effluents d'épandage ou l'augmentation du chargement des prairies (UGB/ha)…

Ces impacts concernent principalement la ligne 18 et sont en cours d'analyse.

En phase travaux, plusieurs impacts indirects liés à la construction du métro du Grand Paris Express pourront affecter les récoltes comme la modification de l'écoulement de l'eau ou de la fertilité des sols, liés à des opérations de remblais/déblais, le stockage de matériaux, la pollution accidentelle de l'eau servant à l'irrigation des cultures ou encore la perte de rendement des plantes, à cause de poussières. L'ensemble des **incidences potentielles liées à la phase travaux** et identifiées à ce stade peuvent être **réduites et des mesures de réductions simples** sont proposées.

En phase d'exploitation, les incidences liées à la modification des conditions stationnelles sont encore peu quantifiables pour la ligne 18 notamment. Ces éléments sont en cours d'étude. L'installation de portion de viaduc peut modifier l'alimentation en eau et créer un effet d'ombrage. La modification de ces deux paramètres, l'eau et la lumière, peut avoir un effet sur la croissance des végétaux.

Section en souterrain

Pour les sections en souterrain, **l'effet d'emprise est réduit** aux ouvrages annexes et aux gares, ce qui limite le risque de consommation d'espaces agricoles et réduit l'impact lié à la fragmentation de l'espace agricole.

Les incidences liées à la modification des conditions stationnelles sont également très limitées. La **pollution accidentelle de l'eau**, lors des travaux, pourra cependant impacter les plantations culturales, mais cet impact n'est pas quantifiable à ce stade de l'étude.

6.2.10 L'eau superficielle et souterraine

De par sa nature, à la fois aérienne et souterraine, l'ensemble du réseau du transport du Grand Paris est susceptible d'avoir des incidences notables sur le contexte hydraulique et hydrogéologique de la région Ile-de-France.

6.2.10.1 Impacts sur les eaux superficielles du Grand Paris Express

Le réseau de transport du Grand Paris Express s'inscrit en traversée de plusieurs grands cours d'eau de la région, notamment la Seine et la Marne.

De plus, certains des ouvrages des différentes lignes s'inscriront aux abords des cours d'eau et, de fait, entreront en interactions avec les eaux superficielles. C'est notamment le cas des gares positionnées aux abords de la Seine (gare de Ponte de Sèvres, gare des Grésillons) de la Marne (Chelles) et du canal de l'Ourcq (Livry-Sevran).

Toutefois, le contexte hydrographique ne s'arrêtant pas uniquement aux cours d'eau mais à l'ensemble des écoulements superficiels, un regard large sur les autres ouvrages des lignes est nécessaire pour proposer une vision globale des impacts.

Le réseau de transport du Grand Paris aura de potentielles incidences sur :

- La qualité des cours d'eau et des eaux de ruissellement, au travers des phases chantiers d'aménagement des émergences notamment. A l'image des incidences propres à chaque ligne :
    - Des pollutions accidentelles seront éventuellement occasionnées par les mouvements des camions sur sites ainsi que l'emploi d'engins de constructions. En effet, les polluants déposés sur les voiries et entrainés par ruissellement des eaux pluviales sont susceptibles de se retrouver au sein des cours d'eau,
    - Les eaux de ruissellement se verront charger de particules en suspension liées à la mise à nu des terrains lors des opérations de nivellement.
- Les débits de ruissellements urbains sur les emprises chantiers et en direction des exutoires naturels ou des réseaux d'assainissement existants. Cette incidence sera également à prendre en compte lors de la phase d'exploitation en raison de la mise en œuvre d'émergences limitant l'imperméabilisation des eaux pluviales (modification quantitative des ruissellements).

En effet, l'imperméabilisation des surfaces aujourd'hui à nu entrainera des volumes d'eau pluviale plus importants à gérer.

- La physionomie même des cours d'eau franciliens traversés par les lignes du réseau de transport du Grand Paris. Aussi, deux points plus particuliers sont aujourd'hui en étude :
    - Inscription de la gare de Pont de Sèvres au niveau des berges de la Seine, dont les travaux impliquent une modification temporaire du lit mineur du cours d'eau,
    - Positionnement de la gare de Livry-Sevran sur les berges du canal de l'Ourcq.
- Les zones d'expansion des crues par la mise en œuvre de travaux en zones inondables (parfois désignées et réglementées par des Plans de Prévention des Risques appropriés). Il s'agira principalement des travaux engagés le long des rives de la Marne et de la Seine, où l'aléa d'inondation peut être fort (submersion supérieure à 1 mètre). Les principaux impacts durant la phase chantier s'illustrent par :
    - Incidence sur l'écoulement de la crue : ralentissement, changement d'orientation,
    - Incidence sur les zones d'expansion de crue : réduction par occupation d'un volume où les eaux de crue s'étendent.

      En effet, la disparition des zones où les crues s'étendent entraine inévitablement l'apparition de nouvelles zones de débordements, sur des secteurs non référencés comme zone d'expansion des cours d'eau.
    - Dégâts sur les ouvrages et matériels de chantier : non placés hors d'eau ou non évacués.

      Plusieurs gares des lignes du réseau de transport s'inscrivent directement dans des zonages réglementaires de PPRI. Dans ces zones, les aménagements sont prescrits afin de limiter leurs impacts sur le cours d'eau et ainsi assurer une transparence hydraulique du projet.
- L'alimentation en Eau Potable de la métropole, en raison des prises d'eau existantes sur la Seine (différentes prises d'eau au niveau du Val de Marne et de l'Essonne) et sur la Marne (prise d'eau de Neuilly sur Marne).

6.2.10.2 Mesures d'accompagnement sur les eaux superficielles

En mesures, la Société du Grand Paris s'engage sur :

- La réalisation des études nécessaires réglementaire au titre de la Loi sur l'Eau, qui sera mise en œuvre dès l'obtention de la déclaration d'utilité publique du projet.

  Ces études permettront notamment de définir l'ensemble des ouvrages de gestion des eaux de ruissellement et les mesures de prise en compte des zones de crues.
- La prise en compte des prescriptions d'aménagement relatives à la protection des eaux de surfaces destinées à l'alimentation en eau potable et à la mise en œuvre de mesures adéquates permettant de pérenniser leur approvisionnement sur le territoire de la métropole.
- L'entretien des ouvrages de gestion des eaux pluviales selon les protocoles et procédures définies dans les dossiers Loi sur l'eau, en phase chantier et en phase d'exploitation,

- La définition d'une procédure de gestion des situations accidentelles et de gestion des situations de crue par débordement des principaux cours d'eau.

-

6.2.10.3 Impacts sur les eaux souterraines du Grand Paris Express

Le réseau de transport du Grand Paris aura de potentielles incidences sur la modification du niveau des nappes souterraines traversées par l'infrastructure. De fait, plusieurs aspects sont à considérer :

- Les tunnels seront susceptibles d'obstruer l'écoulement de nappes souterraines (effet barrage), occasionnant une élévation du niveau de ces dernières à l'amont des tunnels et un abaissement de leur niveau à l'aval.

  Au stade d'avancement des études, ces effets d'obstruction ont été analysés au niveau du Nord-Est du réseau (secteur d'Aulnay-sous-Bois et Sevran) ainsi qu'au niveau du Sud de Paris (Kremlin-Bicêtre). Les études en cours et à venir tâcheront de définir et études les zones où les impacts nécessitent d'être étudiés.

- De même, l'ensemble des émergences, traversant parfois plusieurs niveaux géologiques abritant des nappes d'eau, se positionnera en obstacle aux écoulements des eaux. Il s'agit également « d'effets barrage », qui sont plus localisés, car engendrés uniquement par le positionnement de la boite gare. Toutefois, même ponctuels, ces derniers peuvent avoir une incidence forte sur les écoulements souterrains (cf. ci-dessous).

- Les pompages nécessaires pour assécher les fonds de fouille des ouvrages participeront éventuellement à modifier très ponctuellement le niveau de nappes, suivant les paramètres de ces dernières.

Or, la modification du niveau d'une nappe présente des impacts potentiels :

- Sur le contexte bâti, par une modification des paramètres des couches géologiques où des élévations/abaissements des niveaux d'eau s'occasionneront. De fait, les sols seront susceptibles de se déformer, perdant éventuellement leur portance et entraînant des déstabilisations des ouvrages construits en surface. Au niveau des secteurs où la nappe est proche du sol, des phénomènes d'inondations par remontées des nappes seront susceptibles d'apparaître,

- Sur l'approvisionnement en eau potable par les champs captant de la métropole. En effet, la modification locale du niveau de l'eau souterraine dans les périmètres de protections des captages AEP[50] modifiera de fait les caractéristiques des captages et notamment leur productivité,

- Sur l'environnement, l'alimentation de certains plans d'eau définis comme « réservoir écologique » (plan d'eau du parc département du Sausset et de La Courneuve) étant directement fait par les nappes souterraines. Ainsi, abaisser une nappe aux abords de ces plans d'eau entraînera un abaissement de leur niveau, synonyme de perturbations des systèmes écologiques identifiés

Par ailleurs, pour les gares, les points d'attaque et de sortie du tunnelier et les puits d'aération, les pompages permettant l'assèchement des fonds de fouille entraineront une nécessaire gestion des eaux d'exhaures avant rejet :

- Gestion quantitative : estimations des débits d'eau souterraine pompée et identification des émissaires de rejet (milieu naturel, réseaux d'assainissement existants),

- Gestion qualitative : traitements préalables des eaux souterraines notamment dans les secteurs où des pollutions du sol ont été identifiées.

6.2.10.4 Mesures d'accompagnement sur les eaux souterraines

En mesures, la Société du Grand Paris :

- S'est engagée à entreprendre des études nécessaires réglementaires au titre de la Loi sur l'Eau, qui sera mise en œuvre dès l'obtention de la déclaration d'utilité publique du projet. L'ensemble des études permettront de définir les méthodologies de mise en œuvre des ouvrages permettant d'éviter les impacts sur les eaux potables souterraines et l'augmentation des phénomènes de remontées de nappes,

- Propose les méthodes constructives adaptées, permettant de limiter les échanges avec les eaux souterraines :

  - Les tunnels sont étanches de par leur nature. Leur mise en œuvre permet de réduire au maximum les échanges d'eau entre l'intérieur et l'extérieur de l'infrastructure. Les tunneliers permettront ainsi de garantir un front de creusement confiné,

  - Les gares et puits seront réalisés par une méthode dite de parois moulées, techniques limitant les pompages pour assécher les fonds de fouille, et donc, les rabattements de nappes importants.

- Assurera un traitement des eaux et boues d'exhaure, pour permettre leur rejet ou leur envoi en centres spécialisés en cas de pollution avérée de ces dernières.

6.2.11 La gestion des déblais

La gestion des déblais en phase chantier est une problématique importante en termes de nuisances et d'effets négatifs.

Elle commence dès la sortie du sol :

- La gestion des flux est essentielle pour limiter les stockages sur base chantier : les stocks seront réduits au minimum pour limiter les effets visuels négatifs et les émissions de poussières issues des stocks,

- Les circulations des camions d'approvisionnement des camions d'évacuation des déblais seront également gérés afin d'éviter les files d'attente qui seront susceptibles de perturber la circulation dans un voisinage proche de la base chantier,

- Les trajets vers les points de réception des déblais seront également fixés au préalable en tenant compte des effets négatifs et des nuisances. Ces trajets seront imposés aux transporteurs et des sanctions prévues en cas de non-respect.

[50] *AEP : Alimentation en Eau Potable*

Les déblais identifiés comme pollués seront par ailleurs traités à part, dans des filières spécialisées. La manipulation de déblais pollués sur le chantier fera l'objet de consignes strictes au personnel qui y sera exposé en application du Code du Travail.

La Société du Grand Paris a d'ores et déjà réalisé des études spécifiques permettant de définir :

- Les points d'accueil et leurs capacités,
- Les modes de transport entre les points d'extractions et les points d'accueil,

De fait, un Schéma Directeur d'Elimination des Déblais (SDED) a été produit à l'échelle du réseau de transport du Grand Paris.

Il a pour vocation d'organiser à l'échelle de l'ensemble du projet la gestion des déblais (de l'ordre de 22 millions de mètres cubes) et fixe un certain nombre d'obligations et de prescriptions auxquels les gestionnaires de chantier seront tenus.

Actuellement, le SDED est décliné et resserré au niveau de chaque ligne.

6.2.12 La qualité de l'air et la santé

6.2.12.1 Impacts concernant la qualité de l'air

Grâce à une diminution des distances parcourues par les véhicules particuliers et une fluidification du trafic, le réseau Grand Paris Express engendrera à l'horizon 2030 une diminution de 2% à 3% des émissions des divers polluants par rapport à la situation de référence.

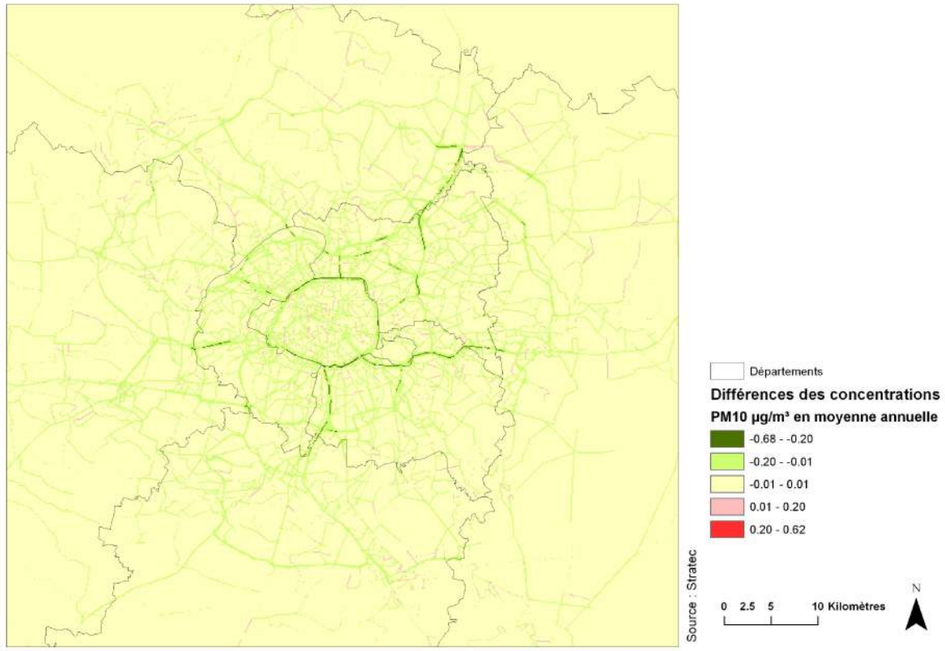
Comparaison des émissions annuelles 2005 et 2030 pour les PM10, NOx, CO, COVNM, benzène, SO2, Nickel et Cadmium.

Horizon 2030	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
projet - référence	-38	-254	-499	-99	-6	0	-4	-1
réduction des émissions par rapport à la référence (%)	-3%	-3%	-2%	-3%	-3%	0	-3%	-3%

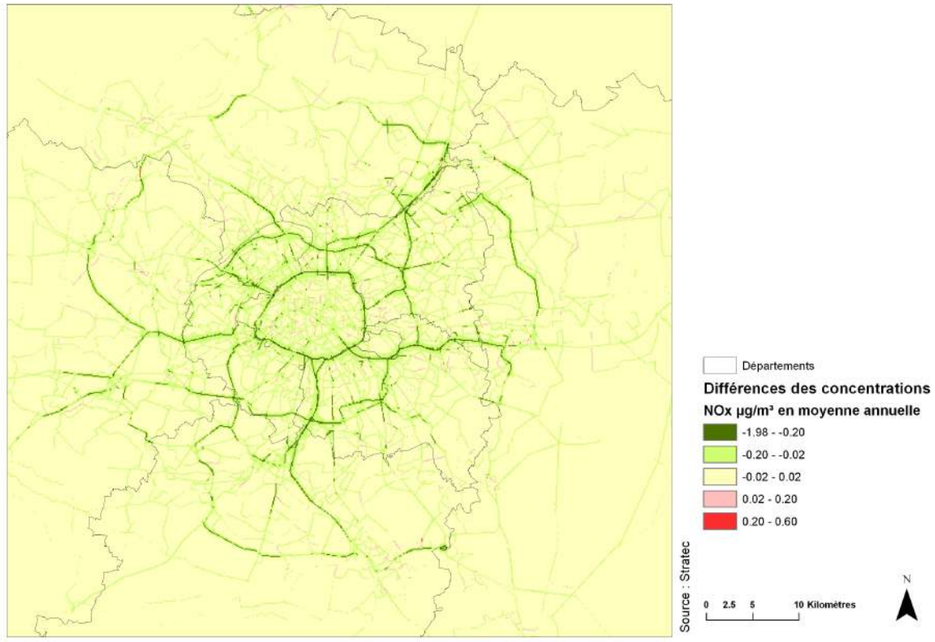
Ces variations sont non négligeables, mais relativement faibles par rapport aux diminutions qui devraient être réalisées grâce au renouvellement du parc automobile.

Le Grand Paris Express permettra néanmoins une réduction des émissions de particules fines issues du trafic routier et d'oxydes d'azote.

La diminution des émissions et des concentrations en polluants sera directement liée au trafic routier et donc localisée sur la plupart des axes routiers subissant une réduction des flux de trafic suite à l'arrivée du projet. Les figures suivantes représentent les différences de concentrations de PM_{10} et NO_2 entre la situation de référence et la situation avec Grand Paris Express à l'horizon 2030.



Différences des concentrations entre la situation de référence et la situation avec Grand Paris Express à l'horizon 2030 pour les PM10



Différences des concentrations entre la situation de référence et la situation avec Grand Paris Express à l'horizon 2030 pour le NO2

Comme illustré, l'impact du réseau Grand Paris Express sur les concentrations de particules fines est généralement positif avec une réduction des concentrations le long de nombreux axes routiers. Les concentrations d'oxydes d'azote subissent également une diminution le long de la plupart des axes routiers.

La qualité de l'air dans les espaces intérieurs du métro représente également un enjeu important, car plusieurs études ont montré que les concentrations en particules fines dans les enceintes ferroviaires souterraines sont souvent supérieures qu'à l'extérieur. L'analyse des risques révèle cependant que ceux-ci sont modérés. Des mesures de réduction seront néanmoins mises en place pour limiter au maximum les concentrations en particules fines et les concentrations seront suivies au cours du temps afin d'éviter tout risque pour la santé des utilisateurs.

6.2.12.2 Mesures d'accompagnement concernant la qualité de l'air

Les mesures pouvant être mises en œuvre à l'échelle du réseau Grand Paris Express concernent :

- L'incitation au report modal vers les transports en commun :

  L'impact du Grand Paris Express sur la qualité de l'air étant directement lié au report modal qu'il induit de la voiture particulière 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 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[51] 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.

[51] *Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. Avis relatif à la qualité de l'air dans les modes de transport. http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/CSHPF_avis_modes-transports_270906.pdf, 2006*

6.2.12.3 Impacts concernant la sécurité routière

L'impact de l'infrastructure sur les accidents de la route étant directement lié aux diminutions de trafic, la mise en service de l'ensemble du Grand Paris Express devrait permettre de réduire sensiblement les accidents de la route. Il faut rappeler cependant que 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 empêche 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.

Sur base de la même méthodologie que celle appliquée à la Ligne 15 Ouest, les impacts de l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris à l'horizon 2030 ont été évalués.

Nombre d'accidents, de blessés et de tués évités avec la mise en service de l'ensemble du réseau Grand Paris Express en 2030

Nombre évité avec la mise en service de l'ensemble du réseau à l'horizon 2030	Nombre d'accidents évités	185
	Nombre de blessés légers évités	172
	Nombre de blessés graves évités	65
	Tués évités	4

A l'horizon 2030, la mise en service du Grand Paris Express permettrait d'éviter 185 accidents, 172 blessés légers, 65 blessés graves et 4 tués.

Bien que relativement théorique, la diminution des accidents de la route reflète une amélioration significative des conditions de trafic en Ile-de-France suite à l'arrivée des lignes constituant le réseau du Grand Paris Express.

7 Appréciation de la compatibilité du projet avec l'affectation des sols

Suite à l'entrée en vigueur du décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements, la présente étude d'impact doit nécessairement présenter les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols définie par le document d'urbanisme opposable, ainsi que, si nécessaire, son articulation avec les plans, schémas et programmes soumis à évaluation environnementale, et la prise en compte du schéma de cohérence écologique.

7.1 Compatibilité du projet avec les outils de structuration de l'espace

7.1.1 Opération d'Intérêt National (OIN) La Défense Seine Arche

La Défense Seine Arche est une OIN (Opération d'intérêt national) de 564 hectares, située sur les communes de Courbevoie, la Garenne-Colombes, Nanterre et Puteaux.

Une opération d'intérêt national (OIN) est une opération d'urbanisme pour laquelle l'État conserve la maîtrise de la politique d'urbanisme en raison de son intérêt majeur. Pour ce faire, il confie cette mission à des établissements publics d'aménagement chargé, en lien avec les villes, de conduire les études d'aménagement et la programmation urbaine, d'acquérir et viabiliser les terrains (réalisations des réseaux, des espaces publics), de commercialiser les terrains, de monter et coordonner les opérations et d'aménager les espaces publics. Une fois sa mission achevée, le tout est rétrocédé aux villes qui en prennent la gestion.

Les projets développés ces dernières années sur La Défense s'inscrivent donc dans le cadre du Plan de Renouveau de La Défense décidé par l'État en 2006, à la charge de l'EPADESA[52], né du regroupement de l'EPAD[53] et de l'EPASA[54] en juillet 2010.

L'établissement est notamment habilité, pour son compte ou, dans le cadre de conventions passées avec eux, pour celui de l'Etat, des collectivités territoriales ou de leurs établissements publics, à :

- Réaliser des opérations d'aménagement et d'équipement,
- Acquérir, au besoin par voie d'expropriation, des immeubles bâtis ou non bâtis,
- Céder, conformément aux dispositions de l'article L.21-1 du Code de l'Expropriation pour cause d'utilité publique, des immeubles acquis par voie d'expropriation,
- Exercer le droit de préemption dans les conditions prévues par le code de l'urbanisme,
- Procéder à la réalisation des études et travaux nécessaires à l'accomplissement de sa mission,
- Acquérir des participations dans des sociétés, groupements ou organismes dont l'objet concours directement à la réalisation de ses missions, selon les modalités définies au deuxième alinéa de l'article 122 du décret.

L'enjeu soutenu par l'Etat est de créer une ville à vivre, dans toutes ses composantes, déclinée à travers une programmation diversifiée, fondée sur un cadre de vie de qualité, une offre résidentielle pour tous, des programmes tertiaires durables répondant aux standards internationaux. En outre, l'accessibilité est une condition nécessaire de l'attractivité du territoire et les projets de transports revêtent une importance capitale pour son développement.

Sept défis sont à relever pour le développement du secteur :

- Réconcilier les échelles : Le territoire de La Défense Seine Arche doit être pensé à des échelles multiples : de l'échelle de chacun des quartiers qui la composent, à celle, plus large, du territoire intercommunal et du Grand Paris dans laquelle **les transports jouent un rôle prépondérant**. Depuis son origine, le quartier d'affaires de La Défense s'inscrit aussi dans une échelle mondiale.

- Valoriser les centralités : Les centralités font la force de ce territoire avec une forte concentration de services et d'activités, un bassin de talents reconnu et une connectivité remarquable. Véritable épicentre économique, le capital de La Défense Seine Arche est également immatériel. Il s'appuie notamment sur sa capacité à innover, à se réinventer perpétuellement, à faire fructifier les savoir-faire puis à les associer en réseau.

- Optimiser le potentiel durable et l'étendre à tous les territoires : La Défense Seine Arche peut être considéré comme le premier « smart grid » du monde, intégrant, dès son origine, un réseau de transports routiers et ferroviaires performant et une conception mutualisée des réseaux énergétiques et des parkings. **Aujourd'hui, ces réseaux et infrastructures existants permettent, à moindre coût, d'être informatisés, automatisés et adaptés aux besoins**. Les technologies numériques permettront d'accroître l'efficacité de ces réseaux de distribution d'énergie, d'eau potable et d'assainissement tout en améliorant les axes de transport.

  La rénovation thermique de bâtiments existants et la construction de bâtiments neufs vise de meilleures performances que celles imposées par la règlementation en vigueur.

- Inventer les atmosphères urbaines de demain : Les pratiques urbaines ont changé, l'espace public doit répondre aux attentes de publics variés : habitants, enfants, salariés, sportifs… qui ont pris l'habitude de s'y promener, de s'attabler en terrasse, d'y faire des pique-niques…

  Ces usages impliquent d'inventer et de réinventer les atmosphères urbaines qui correspondront aux pratiques de demain. Les espaces publics des Jardins de l'Arche, de la Rose-Boieldieu et de Coeur de Quartier mettront en œuvre un aménagement interrelationnel et intermodal pour la coexistence de toutes les générations, de toutes les fonctions et de tous les modes de déplacements.

  La nature en ville sera introduite en l'adaptant à chacun des territoires : vastes espaces plantés, jardins sur les toits, potagers partagés aux pieds des immeubles… en complément de la trame verte qui se poursuivra jusqu'à La Seine pour se connecter à la trame bleue.

- Promouvoir l'innovation architecturale, technique et urbaine : La Défense Seine Arche est un territoire d'innovations architecturales, techniques et urbaines. Il conforte son « modus

[52] *EPADESA : l'Etablissement Public d'Aménagement de La Défense Seine Arche.*
[53] *EPAD : Etablissement Public d'Aménagement de la Défense.*
[54] *EPASA : Etablissement Public d'Aménagement de Seine-Arche.*

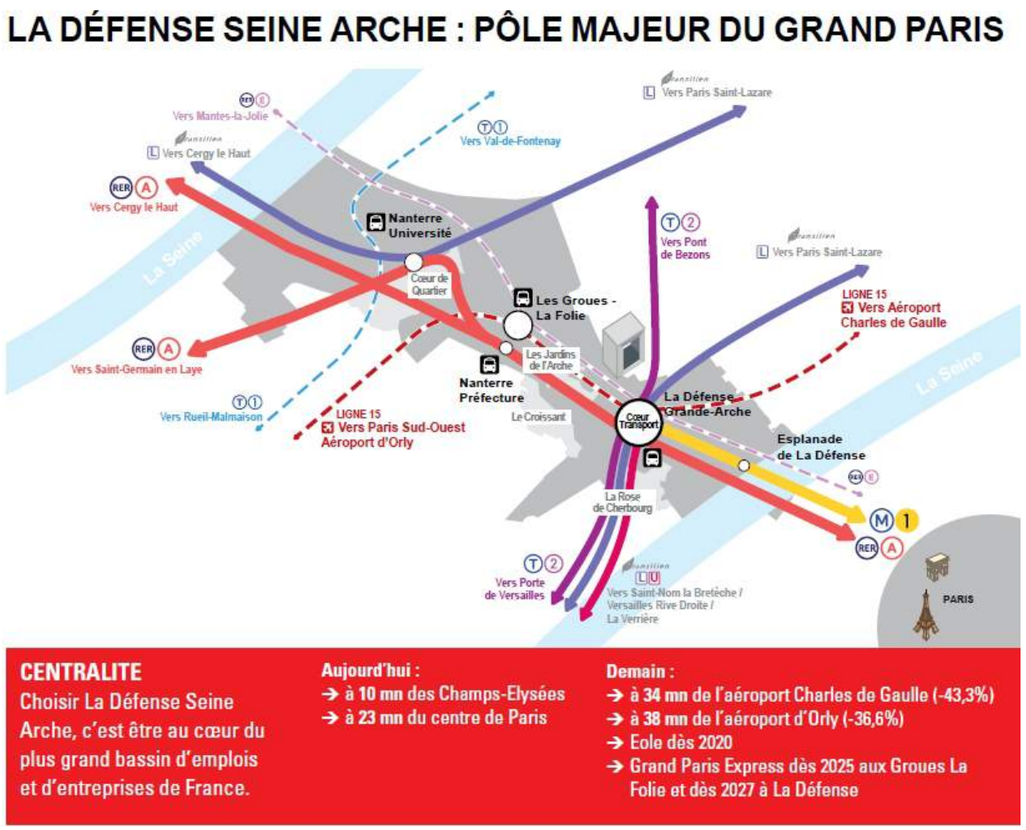
operendi » notamment en amont de ses projets d'aménagement. Aujourd'hui et pour demain, il lui faut imaginer le droit à l'expérimentation.

- Gérer les chantiers : La Défense Seine Arche se caractérise par sa rénovation permanente. Afin que celle-ci soit vivable pour tous, elle a mis en place un cahier des charges de chantiers à faibles nuisances applicable par tous, les opérateurs comme les entreprises sélectionnées par l'EPADESA ainsi qu'une gestion des approvisionnements (plus de 1000 camions par jour) qui soulage le trafic du boulevard circulaire.

- Concerter : Dpuis 2009, La Défense Seine Arche a systématisé une démarche de concertation qui associe tous les acteurs du territoire à la conception de ses espaces publics : réunions publiques, ateliers de fabrique collective des espaces publics, diagnostics en marchant, expositions, lettres infos chantiers, numéro vert, etc...

Aujourd'hui, le développement de l'OIN La Défense Seine Arche prend en compte le projet de réseau de transport du Grand Paris et bâti sa trame urbaine en fonction des points de desserte.

La Ligne 15 ouest est donc en compatibilité avec le développement de l'OIN.



Intégration du réseau de transport dans le territoire de l'OIN La Défense Seine Arche (source : EPADESA)

7.1.2 Contrats de Développement Territorial (CDT) : Grand Paris Seine Ouest (GPSO), Les Deux Seine, Boucle Seine Nord et Territoire de la Culture et de la Création

Les CDT sont issus de la loi n° 2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris. Ceux dont le territoire est traversé par la Ligne 15 Ouest correspondent (du Sud au Nord) : au CDT GPSO, au CDT Les Deux Seine, au CDT Boucle Seine Nord et au CDT Territoire de la Culture et de la Création.

De fait, leurs caractéristiques législatives et réglementaires intègrent le projet. L'article 1 de la loi précitée, ainsi que le réseau de transport public du Grand Paris, « *s'articule autour de contrats de développement territorial* ».

Par corolaire, les objets principaux des CDT sont justement d'intégrer le projet et ses conséquences en termes d'urbanisation à une échelle supra-communale.

De fait, **le projet est intrinsèquement compatible avec les CDT**.

La Ligne 15 Ouest n'a donc pas d'incidence sur les CDT, ces derniers intégrant systématiquement le réseau de transport du Grand Paris dans leur réflexion de mise en œuvre.

La carte ci-dessous rappelle les CDT concernés par le projet.

7.1.3 Schéma Directeur de la Région Ile-de-France (SDRIF)

A l'échelle régionale, le SDRIF, approuvé par le décret n° 2013-1241 du 27 décembre 2013, intègre explicitement le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris. En effet, la réalisation du réseau de transport public du Grand Paris est incluse dans les différentes pièces du SDRIF, dont notamment la « Carte de destination générale des différentes parties du territoire » qui constitue le cœur réglementaire du SDRIF.

Ainsi, le SDRIF 2013 est explicitement compatible avec le projet de réseau de transport public du Grand Paris.

7.1.4 Schéma de Cohérence Territoriale des Coteaux et du Val de Seine

La révision du SCoT des Coteaux et du Val de Seine, datant du 26 novembre 2009, a permis de (re)définir six objectifs de développement et d'aménagement durable à l'échelle de son territoire d'intervention.

Les six objectifs du SCoT des Coteaux et du Val de Seine sont :

- Garantir une croissance équilibrée du territoire, visant notamment à la mixité sociale ;

- Renforcer l'attractivité des Coteaux et du Val-de-Seine ;

- Faciliter les déplacements pour améliorer l'accessibilité ;

- Offrir un cadre de vie harmonieux ;

- Protéger l'environnement, prévenir les risques naturels et technologiques et lutter contre les nuisances de toute nature ;

- Mettre en œuvre les principes du SCoT dans le respect des spécificités locales.

Bien qu'étant antérieur à l'approbation du schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris, le SCoT des Coteaux et du Val de Seine intègre le principe de réalisation de la Ligne 15 Ouest. Le PADD du SCoT précise notamment qu'il « *est essentiel pour le territoire ainsi que toute la métropole francilienne de constituer des liaisons de rocade en réponse à la demande croissante des déplacements de banlieue à banlieue. L'inscription du territoire dans le projet de rocade métro circulaire autour de Paris est une nécessité* », et ces éléments se retrouvent également dans le document d'orientations générales du SCoT.

Ainsi, le SCoT des Coteaux et du Val de Seine est compatible avec le projet de ligne 15 Ouest.

7.2 Compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme communaux

Toutes les communes concernées par le fuseau de la Ligne 15 Ouest sont dotées d'un PLU, hormis Saint-Denis et Villeneuve la Garenne (pour lesquelles une révision du POS en PLU est engagée).

L'analyse détaillée des impacts du projet sur les documents d'urbanisme est faite dans la pièce spécifique « I » du présent dossier d'enquête publique, relative à la « Mise en Compatibilité des Documents d'Urbanisme ». Pour une analyse complète, et pour la justification législative et réglementaire des modifications nécessaires des documents d'urbanisme locaux, le lecteur se reportera donc à cette pièce.

Les neuf documents d'urbanisme nécessitant une mise en compatibilité au titre du projet sont les suivants :

- PLU de Saint-Cloud
- PLU de Rueil-Malmaison
- PLU de Nanterre
- PLU de Puteaux
- PLU de Courbevoie
- PLU de Bois-Colombes
- PLU d'Asnières-sur-Seine
- PLU de Gennevilliers
- PLU de L'Ile-Saint-Denis

Au sein de pièce I du dossier d'enquête publique, un document par commune précise :

- les éléments du PLU en vigueur : rapport de présentation, PADD, zonages et règlement, ainsi que les éléments opposables au tiers ;
- les zones du PLU concernées par le projet ;
- les incidences de la mise en œuvre du projet sur le zonage et le règlement du PLU ;
- les propositions de modification de zonage et/ou de règlement pour rendre le document d'urbanisme compatible avec le projet.

Aussi, au travers de la procédure de mise en compatibilité des documents d'urbanisme avec le projet présenté à l'enquête publique, **la Ligne 15 ouest sera rendue compatible avec les documents d'urbanisme des communes traversées**.

7.3 SDAGE du Bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands et SAGE

La Ligne 15 Ouest s'inscrit dans le périmètre du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers Normands.

Le SDAGE est en vigueur, prenant en compte les évolutions réglementaires liées à la Directive Cadre sur l'eau (2000/60/CE du 23 octobre 2000) depuis le 1er janvier 2010.

7.3.1 Rappels des défis du SDAGE

Il comporte 8 défis généraux et un programme de mesures défini au niveau de chaque masse d'eau. Les 8 défis généraux sont les suivants :

- 1) Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants « classiques » ;
- 2) Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques ;
- 3) Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses ;
- 4) Réduire les pollutions microbiologiques des milieux ;
- 5) Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future ;
- 6) Protéger et restaurer les milieux aquatiques humides ;
- 7) Gérer la rareté de la ressource en eau ;
- 8) Limiter et prévenir le risque inondation.

Les objectifs susceptibles d'être concernés par le projet en phase travaux et exploitation, au vu de ses caractéristiques, sont soulignés ci-dessus.

L'approche proposée ci-dessous reste générale car basée sur les éléments de projets en stade Etudes préliminaires Approfondies. L'analyse devra être poursuivie lors des études réglementaires de demandes d'autorisations (post-DUP) sur la base d'études AVP.

7.3.2 Analyse de la compatibilité du projet avec le SDAGE

L'analyse de compatibilité est menée sur les 6 défis susceptibles d'être concernés par le projet.

Pour cela, les dispositions et orientations principales du SDAGE relatives à chaque défi sont présentées afin de permettre une analyse croisée des objectifs du SDAGE et des impacts du projet.

7.3.2.1 Défi n°1 : Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants « classiques »

Le défi n°1 a pour but de « diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants « classiques » ».

Orientation 2 – Maîtriser les rejets par temps de pluie en milieu urbain par des voies préventives (règles d'urbanisme notamment pour les constructions nouvelles) et palliatives (maîtrise de la collecte et des rejets).

- Disposition 7 : Réduire les volumes collectés et déversés sans traitement par temps de pluie.
- Disposition 8 : Privilégier les mesures alternatives et le recyclage des eaux pluviales.

  Il est recommandé que les nouvelles zones d'aménagement et celles faisant l'objet d'un réaménagement urbain, n'augmentent pas le débit de ruissellement généré par le terrain naturel. […]

Analyse de la compatibilité

Phase travaux

Afin de répondre aux dispositions du SDAGE concernant cette thématique, le stockage des eaux pluviales, leur infiltration lorsque le sol le permet, ou leur recyclage seront privilégiés.

L'assainissement provisoire du chantier permettra aux eaux de ruissellement d'être collectées par des fossés et de décanter. Ce procédé limitera la diffusion des MES[55] vers les milieux récepteurs.

Phase exploitation

La construction d'un réseau de transport en commun permettra une réduction localisée de la circulation automobile, et ainsi une diminution des apports de pollution liés aux eaux pluviales et de ruissellement des hydrocarbures et des MES.

D'autre part, les dispositifs d'assainissement permanents autour des nouvelles émergences (gares notamment) permettront une gestion maitrisée des ruissellements induits par le projet, au vu des nouvelles surfaces imperméabilisées générées.

7.3.2.2 Défi n°3 : Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses

Le défi n°3 consiste à « réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses ».

Orientation 6 – Identifier les sources et parts respectives des émetteurs, et améliorer la connaissance des substances dangereuses.

- Disposition 21 : identifier les principaux émetteurs de substances dangereuses concernés.

[55] *MES : Matières En Suspension*

Orientation 8 - Promouvoir les actions à la source de réduction ou de suppression des rejets de substances dangereuses.

- Disposition 25 : Intégrer dans les documents professionnels les objectifs de réduction des substances dangereuses ainsi que les objectifs spécifiques des aires d'alimentation de captage (AAC) et du littoral *[exemple du cahier des charges d'entretien des infrastructures de transports]*.

- Disposition 26 : Responsabiliser les utilisateurs de substances dangereuses (activités économiques, agriculture, collectivités, associations, groupements et particuliers, …).

- Disposition 27 : Mettre en œuvre prioritairement la réduction à la source des rejets de substances dangereuses par les acteurs économiques.

  Les diagnostics des sources d'émission et la recherche des moyens de réduction de ces rejets, conduits par les maîtres d'ouvrages, privilégient les réductions à la source (technologies propres, substitution de produit, changement de procédé,…) ou les rejets zéro (recyclage,…).

Analyse de la compatibilité

Phase travaux

Des mesures préventives et curatives sont prescrites pour permettre d'éviter et de réduire les éventuels effets d'une pollution accidentelle en phase chantier (stockage de produits polluants, aires d'entretien des engins, kits d'intervention d'urgence, …).

Phase exploitation

De même que pour le défi n°1, la construction d'un réseau de transport en commun permet une réduction localisée de la circulation automobile, et ainsi une diminution des apports de pollution liés aux eaux pluviales et ruissellement des hydrocarbures et des MES.

Pour ce, un entretien adapté de infrastructure sera nécessaire, notamment vis-à-vis des produits utilisés (substances dangereuses).

7.3.2.3 Défis n°5 : Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future ;

Le défi n°3 consiste à « protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future ».

Orientation 13 - Protéger les aires d'alimentation de captage d'eau souterraine destinée à la consommation humaine contre les pollutions diffuses

- Disposition 38 : Les zones de protection des prélèvements d'eau destinée à la consommation humaine sont définies comme étant les aires d'alimentation des captages.

Orientation 14 - Protéger les aires d'alimentation de captage d'eau de surface destinées à la consommation humaine contre les pollutions

- Disposition 44 : Réglementer les rejets dans les périmètres rapprochés de captages

Analyse de la compatibilité

Phase travaux et phase d'exploitation

Les interactions entre le projet (lors de la phase travaux et la phase d'exploitation) et les eaux superficielles et souterraines dans les zones de captages AEP seront étudiées lors des études réglementaires post DUP, afin de connaître les incidences tant qualitativement au quantitativement.

Les analyses porteront notamment sur les secteurs de la prise d'eau de Suresnes et du champ captant de Gennevilliers, et concerneront entre autres :

- La modification des niveaux d'eau souterraines en raison de l'effet « barrage » engendré par les ouvrages de la Ligne 15 Ouest,

- La modification de la qualité des eaux souterraines et superficielles dans les zonages de protections des captages,

- …

7.3.2.4 Défi n°6 : Protéger et restaurer les milieux aquatiques humides

Le défi n°6 consiste à « protéger et restaurer les milieux aquatiques et humides ».

Orientation 15 – Préserver et restaurer la fonctionnalité des milieux aquatiques continentaux et littoraux ainsi que la biodiversité.

« La préservation des profils et formes naturels des cours d'eau doit être recherchée de façon à ce qu'ils assurent le bon fonctionnement de l'hydrosystème. […] Les très petits cours d'eau (rang 1 et 2) sont notamment concernés par l'ensemble des dispositions suivantes. »

- Disposition 46 : Limiter l'impact des travaux et aménagements sur les milieux aquatiques continentaux et les zones humides.

  Afin d'assurer l'atteinte du bon état écologique, tout projet soumis à autorisation ou à déclaration prend en compte ses impacts sur la fonctionnalité des milieux aquatiques et humides et/ou sur le lit mineur, les berges et le fuseau de mobilité, pendant et après travaux. […]

- Disposition 56 : Préserver les espaces à haute valeur patrimoniale et environnementale.

Orientation 17 - Concilier lutte contre les émissions de gaz à effet de serre et le bon état

- Disposition 69 : Concilier le transport par voie d'eau, la production hydroélectrique et le bon état

Orientation 19 – Mettre fin à la disparition, la dégradation des zones humides et préserver, maintenir et protéger leur fonctionnalité.

- Disposition 84 : Préserver la fonctionnalité des zones humides.

  Les zones humides qui ne font pas l'objet d'une protection réglementaire mais dont la fonctionnalité est reconnue par une étude doivent être préservées.

- Disposition 85 : Limiter et justifier les prélèvements dans les nappes sous-jacentes à une zone humide.

Analyse de la compatibilité

Phase travaux

Le projet et les choix de conception s'accordent avec la disposition 46 ; cette dernière préconise de prendre en compte les impacts sur la fonctionnalité des milieux aquatiques et notamment sur les caractéristiques de zones humides présentes, pendant et après travaux. Elle implique la prise en compte de l'ensemble des effets du projet et l'évaluation des effets cumulés, ce qui a été réalisé.

De manière à être en accord avec l'orientation 19, les prélèvements prévus dans les nappes sous-jacentes aux zones humides reconnues doivent être limités. Pour cela, des prescriptions adaptées seront proposées, ainsi que des mesures compensatoires, permettant de conserver le caractère « humide » des zones concernées.

Enfin, l'évacuation des déchets par voie fluviale sera préconisée et nécessitera une gestion adaptée pour le maintien de l'état écologique du cours d'eau, et éventuellement sont amélioration au vu des objectifs fixés par le SGADE 2010-2015.

Phase exploitation

Les impacts sur la fonctionnalité des milieux et les caractéristiques des cours d'eau ont été étudiés ; ils s'avèrent être nuls en phase travaux ainsi qu'en phase exploitation.

7.3.2.5 Défi n°7 : Gérer la rareté de la ressource en eau

Le défi n°7 a pour objectif la gestion de la rareté en eau. Cette gestion vise à assurer l'atteinte de niveaux suffisants dans les nappes ou de débits dans les rivières afin de garantir la survie des espèces aquatiques et le maintien d'usages prioritaires, notamment l'AEP, ainsi qu'un usage partagé et durable de la ressource.

Orientation 23 - Anticiper et prévenir les surexploitations globales ou locales des ressources en eau souterraine.

L'état quantitatif d'une eau souterraine est considéré comme bon lorsque les prélèvements ne dépassent pas la capacité de renouvellement de la ressource disponible, et lorsque l'alimentation en eau des écosystèmes aquatiques de surface et des zones humides directement dépendantes est assurée.

- Disposition 111 : Adapter les prélèvements en eau souterraine dans le respect de l'alimentation des petits cours d'eau et des milieux aquatiques associés.

Orientation 24 – Assurer une gestion spécifique par masse d'eau ou partie de masses d'eau souterraines.

- Disposition 112 : Modalités de gestion pour la masse d'eau souterraine 3218 ALBIEN-NEOCOMIEN CAPTIF,

- Disposition 115 : Modalités de gestion locales pour les masses d'eau souterraines 3001, 3202 et 3211 en Haute-Normandie,

- Disposition 118 : Modalités de gestion de l'Yprésien de la masse d'eau souterraine 3104 EOCENE DU VALOIS.

Orientation 28 - Inciter au bon usage de l'eau.

Il existe un ensemble de techniques permettant de faire un bon usage de l'eau. […]

- Disposition 130 : Maîtriser les impacts des sondages, des forages et des ouvrages géothermiques sur les milieux.

  Tout ouvrage dans le sous-sol, y compris les ouvrages de géothermie, quel que soit sa profondeur et son usage, doit être réalisé, exploité et abandonné dans les règles de l'art et répondre aux contraintes réglementaires existantes, afin de préserver la ressource en eau. […]

Analyse de la compatibilité

Phase travaux

Les débits résiduels pompés au sein des ouvrages lors des travaux seront indiqués dans les Dossier Police de l'Eau sur la base d'études hydrogéologiques plus poussées que celles réalisées au stade de la présente étude d'impact DUP. Ils devront être respectés.

En ce qui concerne cette thématique, la disposition 130 vise à maîtriser les impacts des sondages, des forages et des ouvrages géothermiques sur les milieux. Dans le cadre des études complémentaires en relation avec le projet du Grand Paris, de tels ouvrages seront réalisés.

La réalisation des sondages sera encadrée par un Assistant au Maître d'Ouvrage spécialisé et au fait des problématiques sur ce contexte. Ce prestataire aura pour mission de fixer les règles de réalisation des sondages permettant d'éviter les transferts d'eau entre nappes.

La gestion des pompages futurs sera incontournable pour maîtriser les incidences sur le réseau hydrogéologique. Cela passe par la conception la plus fine possible de chaque opération de pompages avec l'objectif de limiter les impacts de toute nature. Il est possible de combiner le nombre de forages et le débit pompé dans chaque forage pour limiter les impacts.

Phase exploitation

En phase d'exploitation, les impacts du projet sur la rareté de la ressource en eau sont nuls, hormis en phase de mise en œuvre de procédés géothermiques destinés à l'approvisionnement énergétique des stations par exemple.

Dans ce cas-là, le procédé fera l'objet d'un suivi dans le temps afin de répondre aux contraintes réglementaires et doctrines locales.

7.3.2.6 Défi n°8 : Limiter et prévenir le risque inondation

Le défi n°8 a pour objectif de limiter et de prévenir le risque d'inondation.

Les priorités données à ce thème sont, d'une part de limiter les dégâts liés au risque d'inondation […], et, d'autre part de ne pas aggraver l'aléa […]. Il faut systématiquement privilégier la prévention plutôt que la protection qui peut aggraver la situation en amont de la zone protégée et pénaliser les milieux aquatiques.

Orientation 30 - Réduire la vulnérabilité des personnes et des biens exposés au risque d'inondation

- Disposition 134 : Développer la prise en compte du risque d'inondation pour les projets situés en zone inondable.

Orientation 33 - Limiter le ruissellement en zones urbaines et en zones rurales pour réduire les risques d'inondation.

- Disposition 146 : Privilégier, dans les projets neufs ou de renouvellement, les techniques de gestion des eaux pluviales à la parcelle limitant le débit de ruissellement.

Analyse de la compatibilité

Phase travaux

La majorité des ouvrages de surface étant localisé dans des zones urbanisées, leur construction n'impliquera pas de gros volumes de ruissellement supplémentaires.

La réglementation actuellement en vigueur (Loi sur l'eau) oblige le Maître d'ouvrage à prendre les dispositions nécessaires pour se conformer aux objectifs du SDAGE et des doctrines locales. Cette conformité devra être prouvée dans les études réglementaires (dossiers Loi sur l'Eau).

Quoi qu'il en soit, la gestion des eaux pluviales sera prise en compte dès la phase chantier afin de limiter les rejets non contrôlés, dans le ruissellement.

Concernant le volet inondation, l'ensemble des travaux réalisés au sein d'une zone inondable (soit zone de PHEC, soit zonage réglementaire de PPRI) devra faire l'objet d'une demande d'autorisation Loi sur l'Eau assurant la prise en compte du risque ainsi que la proposition de compensations rendues nécessaires au vu des impacts générés.

Les compensations seront qualifier et quantifier. La quantification sera proposée dès la réalisation du dossier Loi sur l'Eau, au stade des études réglementaires post-DUP.

Phase exploitation

La gestion des eaux pluviales de l'infrastructure est prévue selon les modalités indiquées ci-dessus. Les études hydrauliques nécessaires pour établir le ou les dossiers Loi sur l'eau préciseront les modalités exactes de gestion.

L'analyse relative au volet inondation sera traitée simultanément en phase travaux et en phase exploitation au sein du dossier Loi sur l'Eau (études réglementaires post-DUP).

7.3.2.7 Conclusion sur la compatibilité du projet avec le SDAGE

Dans sa configuration actuelle, **le projet de Ligne 15 Ouest est compatible avec le SDAGE**.

Toutefois, le projet fera l'objet de Dossiers Loi sur l'Eau au titre de plusieurs rubriques. La compatibilité du projet avec le SDAGE sera précisée lors de ces études post-DUP.

7.4 Compatibilité du projet avec les plans et programmes relatifs à la gestion des déchets

7.4.1 Analyse de la compatibilité du projet avec le PREDEC[56]

7.4.1.1 Eléments pertinents du PREDEC pour évaluer la compatibilité

L'article 202 de la loi Grenelle 2, « portant engagement national pour l'environnement », a rendu obligatoire la mise en application de plans de gestion des déchets de chantiers du bâtiment et des travaux publics. Il en a attribué la compétence au Conseil régional pour l'Île-de-France et aux Conseils généraux pour le reste du territoire.

Le Plan Régional de prévention et de gestion des Déchets de Chantiers du bâtiment et des travaux publics (PREDEC), poursuit trois objectifs :

- 1) Prévenir la production des déchets de chantier,
- 2) Assurer le rééquilibrage territorial et développer le maillage des installations,
- 3) Réduire l'empreinte écologique de la gestion des déchets de chantiers.

Les données sont issues du projet de PREDEC datant du 5 juillet 2013.

7.4.1.2 Analyse de la compatibilité

La Société du Grand Paris a établi un Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais (SDED) pour organiser le plus en amont possible cette question cruciale à l'échelle du projet.

Ce schéma, annexé à la présente étude, porte à la fois sur les filières de gestion et sur le transport des lieux d'excavation aux lieux de stockage.

De fait, ce schéma est compatible avec les plans et programmes en vigueur concernant la gestion des déchets.

7.4.2 Analyse de la compatibilité du projet avec le Plan de Gestion pour Paris et la Petite Couronne – Déchets du BTP

7.4.2.1 Eléments pertinents du Plan de Gestion pour Paris et la Petite Couronne pour évaluer la compatibilité

Ce plan de gestion a été approuvé en juillet 2004 et comprend les éléments suivants :

- 1) La quantification des déchets de chantiers prenant en compte la catégorie des déchets selon la nomenclature des déchets et les filières matériaux,
- 2) Le recensement des filières de traitement existantes et prévues ainsi que leurs capacités,
- 3) La détermination des installations nouvelles nécessaires dans une logique de proximité.

Analyse de compatibilité

La Société du Grand Paris a établi un Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais (SDED) pour organiser le plus en amont possible cette question cruciale à l'échelle du projet.

Ce schéma, annexé à la présente étude, porte à la fois sur les filières de gestion et sur le transport des lieux d'excavation aux lieux de stockage.

De fait, ce schéma sera compatible avec les plans et programmes en vigueur concernant la gestion des déchets.

[56] *PREDEC : Plan REgional de prévention et de gestion des DEchets de Chantier*

7.5 Compatibilité du projet avec le SRCE[57]

La Ligne 15 Ouest s'inscrit dans le périmètre du Schéma Régional de Cohérence Ecologique de la région Ile de France.

Approuvé par délibération du Conseil régional du 26 septembre 2013, le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) d'Ile-de-France a été adopté par arrêté n°2013294-0001 du préfet de la région d'Ile-de-France et par le préfet de Paris, le 21 octobre 2013.

7.5.1 Notion d'opposabilité du SRCE

Le SRCE est un outil d'aménagement durable du territoire qui contribue à un état de conservation favorable des habitats naturels et des espaces et au bon état écologique des masses d'eau. L'article L. 371-3 du Code de l'environnement dispose que « *les documents de planification et les projets de l'Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements prennent en compte les schémas régionaux de cohérence écologique et précisent les mesures permettant d'éviter, de réduire et, le cas échéant, de compenser les atteintes aux continuités écologiques que la mise en œuvre de ces documents de planification, projets ou infrastructures linéaires sont susceptibles d'entrainer* ». Sa vocation est de rendre lisible les enjeux régionaux en matière de biodiversité. Tout porteur de projet, doit alors prendre en compte cette dimension, au même titre que d'autres enjeux sociaux, économiques, cadre de vie,…

La « prise en compte » est le niveau le moins contraignant de la notion juridique d'opposabilité. La notion de « prise en compte » induit une obligation de compatibilité sous réserve de possibilités de dérogation pour des motifs déterminés, avec un contrôle approfondi du juge sur la dérogation.

La prise en compte du SRCE s'effectue donc sur les différentes composantes du SRCE présentés ci-dessous.

7.5.2 Les composantes de la Trame verte et bleue régionale

Il convient de rappeler que :

- Les réservoirs de biodiversité et les corridors écologiques sont définis dans le SRCE au 1/100 000ème, à une échelle régionale, par définition non « zoomable » à l'échelle d'un projet,
- Le niveau local se doit de mener les investigations nécessaires pour d'identifier les continuités écologiques adaptées à son échelle territoriale.

Le SRCE, comprend :

- Un volet identifiant les espaces naturels, les corridors écologiques et les éléments de la trame bleue, dans le Tome I « Les composantes de la trame verte et bleue »,
- Un diagnostic et une présentation des enjeux régionaux relatifs à la préservation et à la restauration des continuités écologiques, un plan d'action stratégique, un dispositif de suivi et d'évaluation, réunis dans le Tome II intitulé « Enjeux et plan d'action »,
- Une cartographie de la trame verte et bleue à l'échelle du 1:100 000, une cartographie de la trame verte et bleue des départements de Paris et de la petite couronne au 1:75 000, et des cartes régionales thématiques dans le Tome III intitulé « Atlas cartographique »,
- Un rapport environnemental, dans le Tome IV,
- Un résumé non technique.

Le SRCE IDF comprend quatre sous-trames : arborée, herbacée, de grandes cultures, des milieux aquatiques et des corridors humides.

7.5.3 Analyse de la compatibilité du projet avec le SRCE d'Ile-de-France

Le diagnostic des enjeux établit dans la pièce G.1 a permis de mettre en lumière les composantes de continuités écologiques régionales concernées par le projet de la Ligne 15 Ouest.

Ainsi, aucun réservoir de biodiversité n'est identifié sur le fuseau d'étude et deux corridors d'intérêt régionaux interceptent le fuseau d'étude.

Un corridor alluvial est identifié dans la sous-trame aquatique dans le sillon de la Seine. Le deuxième corridor souligne la continuité arborée entre le Bois de Boulogne et le massif de Fausse Repose en passant par le Domaine National de Saint-Cloud.

Par ailleurs, le trame verte et bleue de Paris et la petite couronne identifiée par le SRCE présente 6 secteurs d'intérêt en contexte urbain : le parc de Billancourt, le Domaine National de Saint-Cloud, hippodrome de Saint-Cloud, le Mont Valérien et le Parc André Malraux. Une liaison d'intérêt en contexte urbain est également souligné au niveau de Genneviliers avec la coulée verte de Missak Manouchian.

Au regard du projet qui est prévu en totalité en souterrain, aucun impact n'est identifié sur des corridor d'importance régional. Les continuités de milieux à l'échelle de chaque entité écologique cohérente ont été conservées pour assurer les fonctions de nourrissage, de déplacement et de reproduction pour les groupes présents sur les sites.

Il est important de rappeler que cette trame régionale sont identifiés à l'échelle régionale et qu'il s'agit d'axes larges indiquant les « principes de connexion » où l'occupation du sol est globalement favorable au déplacement des espèces inféodés aux milieux ouverts et agricoles. Ainsi, le Domaine National de Saint-Cloud a fait l'objet d'une expertise sur les continuités écologiques et l'analyse des impacts s'est basée sur cette expertise locale plus fine.

Le SRCE préconise plusieurs orientations relatives aux infrastructures linéaires, à savoir :

- Atténuer la fragmentation du territoire régional pour assurer la fonctionnalité des continuités, en priorité pour celles pour lesquelles l'IDF porte une responsabilité nationale et interrégionale.
- Assurer la requalification des infrastructures existantes en priorité pour celles pour lesquelles l'IDF porte une responsabilité nationale et interrégionale.
- Améliorer la transparence des infrastructures linéaires ayant un effet de coupures dans les réservoirs de biodiversité et sur les corridors.
- Préserver les continuités dans le cas des nouveaux projets, les restaurer dans le cas des infrastructures existantes.

[57] *SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique*

La prise en compte de ces orientations a permis de proposer une mesure de réduction d'impact sur la coulée verte de Missak Manouchian en proposant une mesure de gestion différenciée après travaux.

De ce fait, les différentes analyses et propositions du projet de la Ligne 15 Ouest concernant les milieux naturels ont pris en compte le SRCE d'Ile-de-France. Il n'y a pas d'incompatibilité entre le SRCE et ce projet de la Ligne 15 Ouest.

7.6 Compatibilité du projet avec le projet de PDUIF58

Le projet de Plan de déplacements urbains d'Ile-de-France, finalisé par le STIF en février 2011 et arrêté par le Conseil régional d'Ile-de-France en février 2012, a finalement été définitivement approuvé par ce dernier en juin 2014.

Ce Plan, qui a pour objectif d'atteindre un équilibre entre la mobilité des personnes et des biens, la qualité de vie et l'impact sur l'environnement, recense neuf défis principaux développés en 34 actions opérationnelles.

Ces défis et actions sont repris dans le tableau suivant, en évaluant la compatibilité correspondante du Grand Paris Express. Seules les actions en lien avec le projet ont été retenues.

Défi	Action	Compatibilité avec le projet
Défi 1 : Construire une ville plus favorable aux déplacements à pied, à vélo et en transports collectifs	1.1 Agir à l'échelle locale pour une ville plus favorable à l'usage des modes alternatifs à la voiture	L'offre apportée par le projet générera du report modal vers les transports publics et une moindre utilisation de la voiture particulière. La densification autour des gares du projet rendra la ville plus favorable à l'usage des modes alternatifs à la voiture.
Défi 2 : Rendre les transports collectifs plus attractifs	2.1 Un réseau ferroviaire renforcé et plus performant	Le projet permettra de désengorger les lignes ferrées radiales et améliorera ainsi leurs performances.
	2.2 Un métro modernisé et étendu	Le projet participera directement à l'extension du réseau de métro.
	2.3 Tramway et T Zen : une offre de transport structurante	Le projet sera connecté aux lignes de tramway et de Bus à Haut Niveau de Service existantes et futures.
	2.4 Un réseau de bus plus attractif et mieux hiérarchisé	Le projet sera déclencheur de la réorganisation des réseaux de surfaces en correspondance avec les nouvelles gares.
	2.5 Aménager des pôles d'échanges multimodaux de qualité	Les gares du projet ont vocation à devenir des pôles multimodaux interconnectés.
	2.6 Améliorer l'information voyageurs dans les transports collectifs	Des informations sur le trajet seront données aux voyageurs tout au long du voyage.
Défis 3 et 4 : Redonner à la marche de l'importance dans la chaîne de déplacement et donner un nouveau souffle à la pratique du vélo	3/4.1 Pacifier la voirie	L'aménagement des voiries impactées par les travaux et de celles à proximité des gares est compatible avec ces objectifs.
	3/4.2 Résorber les principales coupures urbaines	
	3.1 Aménager la rue pour le piéton	
	4.1 Rendre la voirie cyclable	
	4.2 Favoriser le stationnement des vélos	Les gares du projet seront de véritables pôles multimodaux, où la pratique du vélo sera promue : espaces de stationnement, vélos en libre-service etc.

[58] *PDUIF : Plan des Déplacements Urbain en Ile-de-France*

Défi 5 : Agir sur les conditions d'usage des modes individuels motorisés	5.1 Atteindre un objectif ambitieux de sécurité routière	Les impacts du projet évalués par la présente étude sont positifs du point de vue de la sécurité routière. Le projet est donc compatible avec cette action.
	5.2 Mettre en œuvre des politiques de stationnement public au service d'une mobilité durable	La Société du Grand Paris réalise des études sur la question du stationnement de rabattement à proximité des futures gares. Le projet est donc compatible avec cette action.
	5.3 Encadrer le développement du stationnement privé	Les nouveaux bâtiments construits à proximité du projet devront répondre aux exigences du PDU en la matière. Le projet est donc compatible avec cette action.
	5.5 Encourager et développer la pratique du covoiturage	Des incitations au covoiturage pour se rendre aux gares du projet pourront être mises en œuvre (places dédiées, zone de dépôt…). Le projet est donc compatible avec cette action.
	5.6 Encourager l'autopartage	Les gares du projet offriront de places de stationnement dédiées à l'autopartage. Le projet est donc compatible avec cette action.
Défi 6 : Rendre accessible l'ensemble de la chaîne de déplacement	6.1 Rendre la voirie accessible	Le projet est compatible avec cette action : le réaménagement de la voirie proche des futures gares et de celle impactée par les travaux permettra de la rendre plus accessible.
	6.2 Rendre accessibles les transports en commun	Le projet sera accessible aux personnes à mobilité réduite.
	7.2 Favoriser l'usage de la voie d'eau	Le projet est compatible avec cette action : une partie des déblais engendrés par le chantier sera évacuée par voie d'eau.

8 Analyse des coûts collectifs induits par le projet

8.1 Introduction

L'«analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité» est une partie réglementaire des études d'impacts spécifiques aux infrastructures de transport et faisant suite à l'exercice de quantification des impacts du projet. Cette analyse permet de monétariser les externalités du projet pour l'environnement afin de pouvoir les mettre en balance avec les avantages que la collectivité peut en attendre. L'analyse des coûts collectifs représente donc un enjeu important pour le développement d'un système de transport plus durable, en accord avec les engagements du Grenelle de l'environnement.

Dans le cadre du projet de la Ligne 15 Ouest et plus généralement du réseau de transport du Grand Paris dans son ensemble, il s'agit donc principalement d'évaluer les coûts collectifs liés aux pollutions atmosphériques, aux nuisances sonores, à la sécurité routière, aux émissions de gaz à effet de serre et aux effets sur l'urbanisme.

Les méthodologies à appliquer sont principalement régies par l'instruction du Gouvernement du 16 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport et sa note technique du 27 juin 2014, accompagnée de son référentiel méthodologique.

8.2 Coûts de la pollution atmosphérique

8.2.1 Méthodologie

Les effets sur la santé de la pollution de l'air étant dépendants de la concentration de polluants et de la densité de population des zones polluées, la méthode proposée se base sur les flux de trafic selon différentes zones de densité de population. Cinq types de zones sont définies comme suit :

- l'urbain très dense avec une densité supérieure à 4 500 habitants/km² ;
- l'urbain dense avec une densité comprise entre 1 500 et 4 500 habitants/km² ;
- l'urbain avec une densité comprise entre 450 et 1 500 habitants/km² ;
- L'urbain diffus avec une densité comprise entre 37 et 450 habitants/km²
- L'interurbain avec une densité inférieure à 37 habitants/km².

Les coûts externes associés au trafic dans ces différentes zones sont repris dans le tableau ci-dessous :

Coûts externes de la pollution atmosphérique, valeurs 2010 (€$_{2010}$/100veh.km)

	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Véhicule particulier	15,8	4,3	1,7	1,3	0,9
Poids lourd	186,6	37,0	17,7	9,4	6,4

Ces valeurs peuvent être considérées comme le produit de deux valeurs, l'une proportionnelle aux émissions polluantes et l'autre proportionnelle à la valeur de la vie humaine. Les progrès techniques qui permettent de réduire petit à petit les émissions de polluants atmosphériques sont considérés comme faisant décroître la valeur de 6% par an entre 2010 et 2020. Un taux de réduction de 4,9% par an à été considéré pour les années ultérieures. La valeur de la vie humaine augmente, par contre, comme la dépense de consommation par tête[59]. Ainsi, les valeurs à l'horizon 2027 sont les suivantes :

Coûts externes de la pollution atmosphérique, valeurs 2027 (€$_{2010}$/100veh.km)

	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Véhicule particulier	8,15	2,22	0,88	0,67	0,46
Poids lours	97,37	19,31	9,24	4,90	3,34

L'impact du projet sur les véh.km parcourus en Ile-de-France selon les différents types de tissu urbain (Urbain très dense, urbain dense, urbain, urbain diffus et interurbain) a ensuite été calculé sur base des résultats du modèle de transport et de la densité de population projetée pour chaque commune d'Ile-de-France.

8.2.2 Calcul des coûts

Les résultats de l'analyse de l'impact du projet sur les distances parcourues sont repris dans le tableau ci-dessous avec les coûts annuels qui y sont associés :

Impact du projet sur les distances parcourues en Ile-de-France par les véhicules légers à l'horizon 2027 et coûts annuels de la pollution atmosphérique associés (en €$_{2010}$).

	Urbain Très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain	Hors IDF
Différence des distances parcourues annuellement (10^6 véh.km)	-143,1	-60,5	-29,0	-5,7	3,3	-2,6
Coûts annuels associés millions €$_{2010}$ /an	-11,66	-1,34	-25,50	-0,04	0,02	-0,01
	-13,29					

La diminution des distances parcourues grâce au projet de la Ligne 15 Ouest permet ainsi une diminution des coûts de la pollution atmosphérique s'élevant à environ 13,29 millions €$_{2010}$ par an à l'horizon 2027.

[59] Selon l'évolution de l'indice de consommation finale des ménages (Insee) +1.9% entre 2010 et 2027.

8.3 Coûts des accidents de la route

8.3.1 Méthodologie

Le calcul des coûts des accidents de la route se base sur les valeurs de la vie humaine et des blessés définies dans la Note technique du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transports. Selon cette note, les valeurs sont les suivantes :

Valeurs de la vie humaine et des blessés graves et légers du transport routier pour l'année 2010

	Transport routier
Tué	3 000 000 €$_{2010}$
Blessé grave	375 000 €$_{2010}$
Blessé léger	15 000 €$_{2010}$
Accident	4 600 €$_{2010}$

Ces valeurs sont considérées comme évoluant au même rythme que la dépense de consommation finale des ménages par tête. Ainsi, les valeurs à l'horizon 2027 sont les suivantes :

Valeurs de la vie humaine et des blessés graves et légers du transport routier à l'horizon 2027

	Transport routier
Tué	4 131 259 €$_{2010}$
Blessé grave	516 407 €$_{2010}$
Blessé léger	20 656 €$_{2010}$
Accident	6 335 €$_{2010}$

L'impact du métro sur le nombre d'accidents a, quant à lui, été estimé sur base des distances parcourues par les véhicules routiers. Le nombre d'accidents et leur gravité étant largement dépendants du type de route, un taux a été défini pour trois différents types de routes : les autoroutes, les routes nationales (RN) et départementales (RD), et les routes d'agglomération.

Les taux d'accidents ont été calculés sur base des statistiques issues de l'Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière[60], et projetés à l'horizon 2027 selon une baisse annuelle du taux d'accidents de 5% jusqu'en 2025, puis à partir de 2025, une valeur stabilisée (le nombre de victimes pour 100 accidents restants constant). Ils sont repris dans le tableau ci-dessous :

Taux d'accidents/blessés/tués par millions véh.km pour 2027 (source : projections : STRATEC, données 2005-2010 : Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010, (2011))

Taux d'accidents/blessés/tués par millions de véh.km				
Type de route	Accidents	Blessés légers	Blessés graves	Tués
Autoroutes	0,0308	0,0287	0,0166	0,0011
RN + RD	0,0975	0,0907	0,0544	0,0036
Agglomération	0,1728	0,1607	0,0287	0,0019

8.3.2 Calcul des coûts

L'analyse des impacts du projet sur les distances parcourues par types de route a permis de calculer les résultats suivants :

Différences des distances parcourues par les véhicules légers sur les différents types de routes en Ile-de-France entre le projet et la référence 2027

	Autoroutes	RN + RD	Agglomération
10^6 véh.km	-116,1	-75,7	-45,8

La combinaison des différences de distances parcourues par les véhicules particuliers et des taux d'accidents permet ainsi d'évaluer les impacts du projet sur les accidents de la route. Ces impacts permettent alors sur base des valeurs associées à la vie humaine et aux accidents de calculer les résultats suivant à l'horizon 2027 :

Impacts du projet sur les accidents de la route à l'horizon 2027 et coûts externes annuels associés.

	Accidents	blessés légers	blessés graves	tués
Différence du nombre annuel d'accidents corporels	-19	-18	-7	0
Coûts externes associés Millions €$_{2010}$	- 0,12	-0,36	-3,80	-2,04
	-6,32			

Les résultats montrent que le projet engendre donc une diminution des accidents de la route en Ile-de-France correspondant à des gains annuels de plus de 6,3 millions d'euros$_{2010}$ à l'horizon 2027.

[60] Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010, (2011)

8.4 Coûts des émissions de gaz à effet de serre

8.4.1 Méthodologie

Les résultats du groupe de travail présidé par A. Quinet sur la valeur tutélaire du carbone repris dans le rapport du Centre d'analyse stratégique (2013) permettent d'évaluer la valeur de la tonne équivalent CO_2. Il est important de noter que contrairement aux valeurs de pollution de l'air, de bruit ou des accidents, la valeur de la tonne de CO_2 n'a pas été définie selon une démarche coût-avantages en évaluant les dommages causés, mais bien sur une démarche coût-efficacité en évaluant le niveau de taxation qui permettrait à la France de satisfaire aux engagements de Kyoto[61].

Les valeurs tutélaires du carbone recommandées par ce rapport et reprises dans le référentiel méthodologique pour l'évaluation des projets de transport sont détaillées dans le tableau suivant :

Valeur tutélaire d'une tonne de CO_2 selon le CAS (Valeur tutélaire du carbone, 2009)

	2010	2030	2050
Valeur en €$_{2010}$	32	100	200 (150-350)

La croissance de la valeur s'élève donc à 5.8% par an entre 2010 et 2030 puis de 4,5% après 2030. En tenant compte de cette évolution, la valeur de la tonne de carbone serait ainsi de 83,4€$_{2010}$ en 2027, 124,6€$_{2010}$ en 2035 et 241,2€$_{2010}$ en 2050.

8.4.2 Calcul des coûts

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus en termes d'émissions totales évitées grâce au projet aux horizons, 2027, 2030, 2035 et 2050.

Emissions totales (cumul de toutes les années précédentes) induites ou évitées aux horizons 2027, 2035 et 2050 et coûts associés en millions d'euros$_{2010}$

année	Emissions de gaz à effet de serre induites ou évitées	Coûts associés Millions €$_{2010}$
2027	+ 407 000 $t_{éq}$ CO_2	+ 33,98
2035	- 1 781 000 $t_{éq}$ CO_2	- 221,87
2050	- 6 274 121 $t_{éq}$ CO_2	-1 513,32

Les résultats montrent que « l'investissement » nécessaire en termes d' émissions de gaz à effet de serre nécessaires à la construction de l'infrastructure est largement et rapidement compensé par les émissions évitées dès sa mise en service du projet. Ainsi, en 2035, ce sont 222 millions d'euros$_{2010}$ épargnés et en 2050, environ 1,5 milliard d'euros$_{2010}$ épargné.

[61] Instruction-cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, 25 mars 2004 et mise à jour du 27 mai 2005 puis le 16 juin 2014

Les grandes différences entre les valeurs aux horizons 2027 et suivants proviennent essentiellement de l'amortissement plus ou moins étalé de la construction sur les années de fonctionnement.

8.5 Coûts des nuisances sonores

8.5.1 Méthodologie

Selon la méthodologie préconisée la Note technique du 27 juin 2014, la valorisation du bruit est fonction de la densité humaine, du type d'infrastructure et de la densité du trafic routier. Les coûts des nuisances sonores, en €$_{2010}$/1000véh.km, sont repris ci-dessous :

Valorisation du coût des nuisances sonores, en €$_{2010}$/1000véh.km, pour le mode routier

Type de peuplement	Type d'infrastructure	Coût marginal VL trafic peu dense	Coût marginal VL trafic dense
Rural	Autoroute	0,03	0,021
	Nationale ou départementale	0,12	0,108
	Communale	0,63	0,567
Semi-urbain	Autoroute	0,12	0,084
	Nationale ou départementale	0,20	0,18
	Communale	1,01	0,909
Urbain	Autoroute	0,34	0,238
	Nationale ou départementale	0,34	0,306
	Communale	1,89	1,701
Urbain dense	Autoroute	0,50	0,35
	Nationale ou départementale	0,55	0,495
	Communale	2,28	2,052
Urbain très dense	Autoroute	0,84	0,588
	Nationale ou départementale	1,01	0,909
	Communale	2,58	2,322

Ces valeurs évoluent comme le PIB par tête

8.5.2 Calcul des coûts

L'analyse des impacts du projet sur les distances parcourues par types de route a permis de calculer les résultats suivants :

Différences des distances parcourues par les véhicules légers sur les différents types de routes en Ile-de-France entre le projet et la référence 2027 (véh.km)

	Autoroutes	RN + RD	Agglomération
Hors IDF (rural)	+161 293	-2 649 386	-76 924
Interurbain (rural)	+274 144	+ 3 076 199	-27 269
Urbain diffus (semi-urbain)	-3 552 386	-2 046 763	-51 471
Urbain	-16 156 415	-12 638 488	-188 798
Urbain dense	-34 745 003	-20 916 068	-4 827 907
Urbain très dense	-62 060 233	-40 477 144	-40 577 738

En tenant compte de l'augmentation de la dépense de consommation, la combinaison des différences de distances parcourues par les véhicules particuliers et de la valorisation du coût des nuisances sonores permet ainsi d'évaluer les résultats suivant à l'horizon 2027 :

Coûts externes annuels du bruit associés au projet à l'horizon 2027 en millions d'€$_{2010}$

	Agglomération	Autoroute	RN RD
Coûts externes associés 10^6 €$_{2010}$	-0,14	-0,07	-0,07
	-0,29		

Comme l'a montré l'analyse des impacts du projet sur le bruit sonores, les variations des flux de véhicules routiers ne sont pas susceptibles d'influencer de manière significative les niveaux de bruit. Les coûts externes associés sont donc logiquement faibles et représentent pour le projet un gain annuel de l'ordre de 290 000 euros.

8.6 Coûts de périurbanisation éludables

La croissance prévisible de la population et de l'emploi en Ile-de-France, accentuée par la mise en œuvre du projet, générera des besoins importants en surfaces de plancher. Afin d'être en mesure d'accueillir ces besoins, le parc bâti francilien devra nécessairement évoluer pour accroître l'offre en surfaces de plancher disponibles. Or, le taux de croissance du parc est aujourd'hui relativement faible dans les centres d'agglomérations où l'espace disponible est rare. C'est pourquoi, en l'absence de mesures restrictives d'usage du sol, il est attendu un report naturel des besoins de nouvelles constructions vers les franges urbaines périphériques et à une consommation progressive des espaces ruraux de seconde couronne et des régions limitrophes au profit d'un paysage d'habitat pavillonnaire.

Pour qu'un tel accroissement de populations puisse se faire sans avoir de répercussions négatives sur la consommation d'espaces naturels et agricoles, il est nécessaire que l'urbanisation future soit structurée par des opérations planifiées plus denses. Celles-ci devraient s'appuyer sur l'armature d'un réseau de transport public de grande envergure comme celui proposé par le projet. En effet, la mise en place d'une infrastructure de transport d'une telle envergure, en améliorant significativement l'accessibilité d'une partie du territoire, crée la polarisation requise et rend possible et attractive la concentration urbaine (logements et emplois) à ses abords.

Dans l'exercice d'évaluation des impacts du projet sur l'occupation du sol, il a été souligné, que, sous réserve des conditions nécessaires à une concentration des surfaces nouvelles à proximité du réseau de transport en commun, la mise en œuvre du projet aurait un impact très positif en matière de limitation de l'étalement urbain et, ce, à grande échelle. Il se traduirait notamment par la préservation de 2135 ha d'espaces ouverts de l'urbanisation nouvelle.

L'objet de l'exercice proposé ici est de valoriser en termes financiers la participation du projet à la limitation de l'étalement urbain. Sont estimés ici les bénéfices potentiels imputables au Métro du Grand Paris et dus à ce que sa réalisation rend possible une urbanisation plus dense que celle qui se produirait sans projet. « Potentiels » car ces bénéfices ne seront visibles que si des mesures d'accompagnement visant à la densification aux abords des arrêts de transport en commun et au renouvellement du parc bâti ne sont mises en œuvre en parallèle du projet.

Les coûts externes liés à l'étalement urbain sont les coûts marginaux de la construction d'un nouveau bâtiment en termes de consommation d'espace, d'équipements, d'infrastructures et de services publics. Les coûts résultant de l'étalement urbain seront donc plus élevés dans un contexte urbain à faible densité que dans un environnement urbain dense. Ces coûts ne sont généralement pas couverts par les ménages ou l'activité qui les créent mais par la collectivité tout entière ; il s'agit ainsi de « coûts externes ».

Les coûts externes pris en compte dans ce bilan économique sont :

- Les coûts liés à la consommation des espaces ruraux situés en périphérie en lien avec la valeur monétaire que leur accordent les citoyens ;
- Les investissements d'extensions des voiries et réseaux divers (VRD) nécessaires à l'extension des zones d'habitat et d'activité ;
- Les suppléments de coûts d'exploitation des services publics et de rénovation des VRD causés par la dispersion des habitations dans les zones peu denses.

8.6.1 Consommations des espaces ruraux par l'urbanisation nouvelle

La valorisation de la préservation des espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle s'inspire des valeurs monétaires estimées selon les recommandations du rapport « Study into the environmental impacts of increasing the supply of housing in the UK » réalisé pour le Department for Environment, Food and rural Affairs du Royaume-Uni. Ce rapport analyse les évaluations de la disposition à payer pour la proximité d'espaces ouverts obtenues dans différents contextes et avec différentes méthodes et en tire des estimations à utiliser pour comparer des programmes de développement urbain dans les différentes villes du pays. Les valeurs par hectare ont été obtenues principalement par deux méthodes : l'évaluation contingente (ou préférences déclarées) et l'évaluation par le coût de transport.

La première méthode d'évaluation contingente (MEC) consiste à reconstituer un marché fictif (contingent) pour inciter les individus à révéler leurs préférences, c'est-à-dire la valeur qu'ils accordent à un milieu naturel, à son amélioration ou aux dommages qui lui ont été causés. De

manière générale, il s'agit de « consentement à payer » (CAP). Sa mise en œuvre repose sur la réalisation d'enquêtes, auprès d'un échantillon représentatif de la population, au cours desquelles sont soumis aux personnes des scénarii fictifs destinés à les aider à formuler cette valeur. Le CAP reste une donnée soumise à discussion qui doit alimenter le débat. En effet, les résultats peuvent être biaisés par le caractère fictif du questionnaire, mais aussi par le niveau de connaissance et d'informations des personnes interrogées. Toutefois, cette méthode reste actuellement, avec l'analyse conjointe, la seule qui puisse estimer, en termes monétaires, la plupart des valeurs de non-usage.

La seconde méthode d'évaluation par le coût de transport considère, quant à elle, que cette valeur est implicitement révélée par le temps consacré par les individus pour se rendre en visite à un site particulier (sa valeur monétaire est le plus souvent calculée en référence au salaire), auquel s'ajoutent les dépenses consenties (essence, etc.). L'évaluation donne lieu à des enquêtes auprès des personnes pratiquant les loisirs, qui peuvent être réalisées sur site ou hors contexte.

Selon cette étude, les surfaces économisées peuvent être classées en quatre catégories : milieu naturel et semi-naturel, agricole intensif, agricole extensif et forêts. Cette même étude a analysé les évaluations de la disposition à payer des habitants pour la proximité d'espaces ruraux dans différents contextes et avec deux méthodes : l'évaluation contingente (ou préférences déclarées) et l'évaluation par le coût de transport. Les valeurs par hectare obtenues sont présentées dans le tableau ci-dessous. Ces estimations sont le prix que les citoyens seraient prêt à payer collectivement chaque année pour préserver l'usage existant de ces espaces périphériques.

Consentement à payer annuellement par hectare de frange urbaine par les citoyens selon la frange urbaine considérée (Source : Study into the environmental impacts of increasing the supply of housing in the UK, Department for environment food and rural affairs, Appendix K, April 2004)

Type de frange urbaine	Consentement à payer annuel par hectare (€$_{2010}$)	Etude de référence[62]	Méthode d'évaluation utilisée
Milieu naturel et semi-naturel	2 409	Hanley & Spash (1993)	MEC - MECT
Agricole intensif	149	Bowker & Diychuck (1994)	MEC
Agricole extensif	1 172	Willis et al (1995)	MEC
Forêts	3 766	Bishop (1992)	MEC

MEC : méthode d'évaluation contingente – MECT : méthode d'évaluation par le coût de transport

Nota : le « consentement à payer » issu de la méthode d'évaluation contingente reste une donnée soumise à discussion qui doit alimenter le débat. En effet, les résultats de la MEC peuvent être biaisés par le caractère fictif du questionnaire, mais aussi par le niveau de connaissance et d'informations des personnes interrogées. Toutefois, cette méthode reste actuellement, avec l'analyse conjointe, la seule qui puisse estimer, en termes monétaires, la plupart des valeurs de non-usage.

Pour exploiter ces estimations dans le cadre du projet, il est fait l'hypothèse que l'extension de l'urbanisation à la périphérie de Paris consommera les espaces naturels agricoles et forestiers dans les mêmes proportions que celles observées en Ile-de-France entre 1996 et 2007[63], soit 84,9 % de terres agricoles[64], 14,5 % d'espaces naturalisés et 0,6% de boisements. A partir de cette hypothèse, une valeur annuelle moyenne pondérée de l'hectare préservé de 522€$_{2010}$/ha/an est retenue.

Ainsi, à l'horizon de la mise en service complète du projet (2027), l'économie d'espaces ruraux urbanisés réalisée grâce au projet évaluée à -2 135 ha, correspond à une valeur de 1 114 470 euros$_{2010}$ par an en faveur du projet. Ces gains continueront à croître avec le temps et devraient s'élever à - 1 833 264 euros annuellement à l'horizon 2030.

Remarque : ces estimations monétaires ont été obtenues à partir d'une évaluation basée sur le transfert de données issues d'une méthode d'évaluation contingente et d'une évaluation par le coût de transport réalisées durant les années 90 dans un contexte anglo-saxon, différent de celui de l'Ile-de-France.

8.6.2 Investissement de voiries et réseaux divers économisés pour l'urbanisation nouvelle

La consommation des espaces non bâtis nécessaires à la construction des surfaces de plancher pour l'accueil des populations et des emplois nouveaux va nécessiter des coûts de viabilisation qui dépendront du parcellaire construit. Il a en effet été souligné dans l'analyse des impacts sur la population, l'emploi et l'occupation des sols que le coefficient d'occupation du sol utilisé lors de la construction du bâti influençait la longueur des Voiries et Réseaux Divers (VRD) à mettre en œuvre pour le viabiliser : égouts, éclairage, voirie, réseaux d'assainissement, etc. De manière générale, la diffusion périurbaine a pour conséquence de dédensifier les formes d'habitats et d'activités et de disperser les bâtis sur de très vastes étendues territoriales.

En raison de ces processus, il est donc nécessaire, pour desservir un même nombre de ménages et d'activités, que les longueurs des infrastructures et des réseaux augmentent. Suite à cet allongement, des surcoûts de viabilisation à la construction apparaissent donc.

Le tableau suivant montre des estimations de coûts primaires moyens d'équipements pour trois types de parcelles dans un lotissement (avec création de voiries) en fonction de leur largeur à front de voirie : respectivement 7, 20 et 30 mètres. D'après ces chiffres, les coûts de viabilisation s'élèvent à approximativement 180 000€$_{2010}$ par hectare.

[62] Voir détails de ces références dans la partie « Bibliographie »
[63] Source : Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement Ile-de-France. Observation de la consommation des espaces agricoles et naturels en Ile-de-France et en Essonne entre 2004 et 2007.
[64] Par défaut : 90% d'intensif, 10% d'extensif

Estimation du coût primaire moyen d'équipement (en € 2008) de trois types de parcelles dans un lotissement avec création de voiries (largeurs à front de voirie de 7, 20 et 30 m) (Source : Etalement urbain et services collectifs : les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau, J.M. Halleux, J.M. Lambotte, 2008, p.28)

	Coût unitaire	Part	*7 m*	*20 m*	*30 m*
Coûts « variables »					
Électricité (2 côtés)	35 € m	1	245 €	700 €	1 050 €
Éclairage public (1 côté)	62 € m	½	217 €	620 €	930 €
Eau (2 côtés)	100 € m	1	700 €	2 000 €	3 000 €
Incendie (1 côté)	10 € m	½	35 €	100 €	150 €
Gaz (2 côtés)	37 € m	1	259 €	740 €	1 110 €
Voirie (6 m de large) (commune aux 2 côtés) avec égout complet sans égout	 495 € m 320 € m	 ½ ½	 1 733 € 1 120 €	 4 950 € 3 200 €	 7 425 € 4 800 €
Total coûts variables (maisons des deux côtés de la voirie)			**3 190 €**	**9 110 €**	**13 660 €**
Coûts « fixes » (y compris raccordements)					
Électricité	185 € parcelle (cabine de transformation)				
Eau	1 100 € parcelle (raccordement)				
Gaz	40 € parcelle (poste de transformation) 745 €/parcelle (raccordement)				
Total (coûts variables et coûts fixes)			**5 260 €**	**11 180 €**	**15 730 €**

Le projet devrait induire une réduction des VRD nouvellement construits qui représente un coût d'approximativement 384 millions d'euros à l'horizon 2027, croissant jusqu'à environ 632 millions d'euros à l'horizon 2030. En posant l'hypothèse qu'en moyenne 60% des coûts d'investissements ne sont pas supportés par l'occupant, mais par la collectivité, il est alors possible d'en déduire les coûts externes de l'étalement urbain en termes de viabilisation de l'urbanisation nouvelle. Ceux-ci s'élèvent respectivement à 231 millions d'euros à l'horizon 2027 et 379 millions d'euros à l'horizon 2030.

8.6.3 Coûts d'exploitation des services publics et de rénovation des VRD

Aux gains de viabilisation précédemment calculés s'ajoutent les gains annuels en termes de services publics collectifs. Plus précisément, la mise en œuvre du projet va permettre d'épargner annuellement des surcoûts créés :

- D'une part, par la **maintenance et le renouvellement des VRD**. Si les ménages occupants peuvent être sollicités pour couvrir une partie des coûts de viabilisation, ils ne sont pas tenus de couvrir les coûts liés à l'entretien ou à la réparation des réseaux. Dès lors, ce sont soit les distributeurs (qui répercutent ces frais via la facturation auprès des usagers) soit les autorités communales (qui se servent de l'argent des contribuables) qui couvrent le financement de ces charges récurrentes ;

- Et, d'autre part, par l'**exploitation des services publics** qui desservent les zones d'habitat et d'activité (distribution du courrier, ramassage des ordures, transports en commun, etc.). En effet, *« à chaque service collectif correspond un surcoût influence par son coût social global, c'est-à-dire le coût réel supporté par l'ensemble de la collectivité. En effet, toutes choses étant égales par ailleurs, les surcoûts générés seront évidemment d'autant plus importants que le secteur considéré est important »*[65]. Le type d'urbanisation (dense ou diffuse) influence la longueur des déplacements, mais aussi le choix du mode de transport utilisé, la fréquence des trajets ou encore la nature et la quantité des biens transportés par les services publics collectifs, ce qui joue aussi sur les coûts d'exploitation de ces services.

Par hypothèse, ces coûts récurrents ont été fixés à 10% du montant total initial des coûts de viabilisation. Cela représente donc des coûts externes de l'étalement urbain en termes d'exploitation des services publics et d'entretien des VRD préservés grâce au projet de l'ordre de 38 millions d'euros annuellement à l'horizon 2027 et 63 millions d'euros à l'horizon 2030.

8.7 Synthèse des coûts collectifs

Les résultats des différents coûts collectifs sont résumés dans le tableau suivant. Ces résultats montrent que les gains liés aux émissions de gaz à effet de serre et à la périurbanisation éludables dominent largement. Les gains liés aux pollutions atmosphériques et aux accidents de la route sont proportionnellement beaucoup plus faibles tandis que les coûts liés aux nuisances sonores sont pratiquement négligeables.

Synthèse des coûts collectifs

	Pollution atmosphérique (2027)	Accidents de la route (2027)	Nuisances sonores (2027)	Gaz à effet de serre	Coûts de périurbanisation éludable (2027)	
Coûts externes	-13,3 M€/an	-6,3 M€/an	-0,29 M€/an	2027 + 34,0 M€	Consommation des espaces ruraux	1,1 M€/an
				2035 -221,9 M€	Coûts de viabilisation	231 M€
				2050 -1 513,2 M€	Coûts d'exploitation des services publics et d'entretien des VRD	38 M€/an

Ceci illustre, à nouveau, l'importance d'intégrer la construction d'une telle infrastructure de transport en commun dans une stratégie politique complète de développement territorial et de mettre en place des mesures d'accompagnement adéquates pour favoriser le développement d'une structure urbaine plus durable.

[65] *Les surcoûts des services publics collectifs liés à la périurbanisation : les réseaux d'infrastructures et les services de desserte. S.E.G.E.F.A, Université de Liège, mars 2000*

9 Méthodes et difficultés rencontrées

9.1 Préambule

Il convient de rappeler le contexte général de la réalisation de cette étude.

- Le projet n'est pas défini au niveau assez habituel de l'avant-projet pour une étude d'impact. La présente étude a été menée en recouvrement avec les études préliminaires approfondies qui se sont achevées au premier semestre 2014.

- Les études géotechniques de base, la mission G1 au sens de la norme NF P 94 500, ont été réalisées en 2012/2013. Les résultats de cette mission ont été utilisés. Cette mission a permis d'améliorer la connaissance, mais ne constitue que la première étape du processus géotechnique défini par la norme ci-dessus. Ce processus prévoit d'autres missions en phase de conception, en particulier les missions G2, G3 et G4, dont la première sera amorcée dès l'obtention de la DUP. La connaissance issue des missions géotechniques reste donc partielle et à compléter.

- La présente étude d'impact a été établie en vue d'obtenir une Déclaration d'Utilité Publique (DUP) pour une infrastructure de transport de grande envergure. L'obtention de la DUP ne préjuge pas des autorisations administratives nécessaires à un projet de ce type dont les procédures et la délivrance restent à réaliser. Ces procédures nécessitent des études réglementaires et techniques qui seront réalisées ultérieurement et préciseront la présente étude.

Les éléments ci-dessus expliquent le niveau général de précision de cette étude et l'existence d'éléments non définis du projet ne permettant pas une analyse détaillée.

Les éléments de cette étude d'impact sont donc à prendre en compte comme étant des éléments généraux et des ordres de grandeur devant évoluer vers plus de précisions avec le niveau de définition du projet et la réalisation des études réglementaires et techniques associées.

Les éléments de ce chapitre détaillent les techniques et analyses réalisées.

9.2 Méthodes et limites de l'analyse de chaque thématique environnementale

9.2.1 Climat

Seules les données météorologiques ont été prises en compte dans ce thème. Le changement climatique et les éléments associés sont traités par ailleurs.

Les données proviennent des services de Météo France.

9.2.2 Topographie

L'analyse topographique et la cartographie reposent sur le Modèle Numérique de Terrain fourni par l'Institut Géographique National et mis à disposition par le Maître d'Ouvrage.

Les éléments figurant sur l'orthophotographie et le scan 25 de l'IGN ont également été utilisés.

9.2.3 Eaux superficielles

Les données proviennent de l'IGN pour la représentation cartographique générale, de l'Agence de l'Eau Seine Normandie et de la DRIEE pour les représentations cartographiques relatives à la qualité des cours d'eau, aux masses d'eau et aux aquifères.

Les éléments du SDAGE Seine-Normandie et des SAGE concernés proviennent de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et de sites internet institutionnels sur ce sujet.

Le caractère souterrain de l'ouvrage facilite grandement l'analyse.

9.2.4 Pédologie

L'analyse repose sur la carte pédologique régionale établie par l'INRA. Le niveau de précision de cette carte suffit largement au niveau d'analyse de la présente étude.

9.2.5 Géologie

La description de la géologie a été réalisée à partir de deux sources d'informations distinctes et particulières :

- La géologie de surface a été analysée sur la base des cartes géologiques du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM).

  Des précisions lithologiques et stratigraphiques ont été apportées grâce aux informations disponibles dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS, site internet INFOTERRE) et grâce aux informations contenues dans l'ouvrage de G. FILLIAT « La pratique des sols et fondations ».

- La géologie « profonde » a pu être étudiée sur la base des résultats de la campagne de reconnaissance géotechnique G1 menée par la Société du Grand Paris.

  Cette analyse de la géologie sera précisée via l'exploitation des données qui seront recueillies lors des futures missions géotechniques (G2 notamment) réalisées le long du tracé.

9.2.6 Hydrogéologie

9.2.6.1 Contexte général

La description de l'hydrogéologie a été réalisée à partir :

- Des cartes hydrogéologiques de l'Atlas des Nappes Aquifères de la Région Parisienne du BRGM (Service Géologique Régional Bassin de Paris, 1970),

- De la carte hydrogéologique de Paris du BRGM (DIFFRE, 1970),

- De la synthèse hydrogéologique de la région parisienne du BRGM (Feuille N°183, rapport BRGM DSGR.66.A66/1966),

- De l'ouvrage Hydrogéologie du Bassin de Paris de Claude Mégnien (1979),

- Du SDAGE du Bassin de la seine et des cours d'eau côtiers normands,

- Des Etudes de Faisabilité, des Etudes Préliminaires et des Etudes Préliminaires Approfondies fournies par la Société du Grand Paris,

- Des résultats des campagnes de mesures piézométriques menées par la Société du Grand Paris, alimentant les données relatives au contexte souterrain, et nécessaires à la réalisation des Etudes Préliminaires Approfondies,

- Des banques de données ADES et BSS,

- Des archives BURGEAP (précisions locales).

La piézométrie des nappes aquifères rencontrées sera affinée grâce aux ouvrages piézométriques qui seront réalisés lors des études réglementaires post-DUP. Des essais d'eau seront menés pour évaluer les paramètres hydrodynamiques locaux des nappes et définir les débits d'exhaures à gérer au sein des ouvrages (gares et puits).

9.2.6.2 Qualité des eaux souterraines

L'évaluation de la qualité des eaux souterraines a été réalisée à partir des données publiques disponibles dans la base de données ADES. Les analyses d'eau disponibles dans les qualitomètres situés à l'intérieur du fuseau du projet ont été croisées avec les valeurs seuils définies dans le décret 2007-49 pour l'eau potable et l'eau brute, ainsi que les valeurs seuils 2011 fixés par l'OMS.

Dans le but de synthétiser les informations disponibles, quatre indices de pollution synthétiques ont été retenus : Indice hydrocarbure (hydrocarbures totaux, HCT), somme des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), somme des BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène) et somme des composés organo-halogénés volatil (COHV). Dans le détail, les seuils suivants ont été retenus :

- Indice HCT ≥ 1 mg/l,

- Sommes des HAP ≥ 0,1 µg/l,

- Sommes des BETEX ≥ 100 µg/l,

- Sommes des COHV ≥ 100 µg/l.

Afin de qualifier l'état le plus actuel possible de l'eau des nappes aquifères, seules les dernières analyses réalisées dans les ouvrages ont été retenues. Cependant, les analyses disponibles sont parfois anciennes et ne reflètent pas forcément l'état qualitatif actuel des nappes (dégradation naturelle des polluants, non prise en compte des éventuels chantiers de dépollutions récents. Le non-dépassement des seuils 2, 3, 4 définis ci-dessus ne garantit pas que l'eau de nappe concernée respecte l'ensemble des valeurs seuil définies dans le décret 2007-49 pour l'eau potable et l'eau brute, ainsi que les valeurs seuils 2011 fixés par l'OMS. Les sommes des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène) et des composés organo-halogénés volatils (COHV) n'ont pas de valeur réglementaire en tant que telle, mais permettent d'apprécier la qualité générale des eaux souterraines.

Cette première analyse de la qualité des eaux souterraines a été complétée à l'aide des données disponibles dans les bases de données BASIAS (anciens sites industriels) et BASOL (sites pollués en cours de traitement par l'administration). Ces deux bases de données donnent essentiellement des informations concernant la qualité des sols. Toutefois, par extrapolation, les zones présentant une concentration en sites BASIAS ou BASOL constituent des zones de pollution possible des eaux souterraines, majoritairement les nappes d'eau proches de la surface qui constituent le milieu récepteur de certains polluants contenus dans les sols.

9.2.6.3 Usages de l'eau

Alors que le recensement des ouvrages utilisés pour l'alimentation en eau potable est exhaustif, le recensement des autres usages des eaux souterraines est plus délicat. Les ouvrages mis en jeu pour ces autres usages ont été recensés à partir de la BSS du BRGM. Cette base de données n'intègre pas toujours les ouvrages les plus récents (ouvrages à usage géothermique par exemple) et recense parfois, à l'inverse, des ouvrages qui n'existent plus ou qui ne sont plus en fonctionnement (nombreux anciens forages industriels par exemple).

À l'échelle globale, parmi les potentiels impacts du projet sur les usages des eaux souterraines, la perturbation des pompages mis en œuvre pour l'approvisionnement en eau potable constitue un enjeu majeur ; l'approvisionnement en eau potable a donc été distingué des autres usages.

Le principal critère défini pour évaluer le potentiel impact du projet sur l'approvisionnement en eau potable est le critère « distance ». Ainsi, les zones de pompages situées 1,5 km à l'extérieur du fuseau ont été considérés comme des zones sensibles.

Les zones faisant l'objet d'une exploitation importante des eaux souterraines pour d'autres usages ont été considérées dans un deuxième temps, également en fonction de leur distance, mais également en fonction de la nappe captée. En effet, les captages profonds du Dogger par exemple (pour l'approvisionnement géothermique) présentent une protection suffisante pour ne pas être influencés par les pompages dans les 30 premiers mètres du sous-sol.

9.2.6.4 Impact en termes de rabattement de nappe

En section courante, le tunnelier à confinement est la méthode constructive très majoritairement employée. Elle ne nécessite pas de rabattement de nappe, le tunnelier s'affranchissant des charges d'eau et réalisant l'étanchéification de l'ouvrage au fur et à mesure de l'avancement.

Toutefois, les gares, les puits d'aération ainsi que certaines sous-sections seront réalisés en tranchées ou partiellement par excavation souterraine avec engins à attaque ponctuelle : il sera alors souvent nécessaire de pomper un débit résiduel en phase chantier pour la mise hors d'eau des fonds de fouilles. Localement, le fonctionnement des dispositifs de pompage est susceptible de perturber les écoulements des nappes d'eau souterraine. De la même manière, les eaux souterraines constituent un impact potentiel sur le projet et conditionnent les méthodes constructives employées.

La construction de parois moulées avec ou sans bouchon injecté (création artificielle d'un frein hydraulique en injectant un terrain perméable pour le rendre très peu perméable et ancrer la paroi moulée) permettra de limiter au maximum les débits résiduels à pomper.

Dans le fuseau, l'impact en termes de modification des caractéristiques des nappes a été défini en considérant le « critère aquifère » des nappes souterraines concernées (productivité plus ou moins forte des nappes). Or, en l'absence de données plus spécifiques sur les nappes traversées, l'approche n'a été menée que sur un plan qualitatif.

Ainsi, l'impact sur les rabattements de nappe a été estimé comme négligeable à nul en raison de la mise en œuvre des ouvrages par l'intermédiaire de la technique de parois moulées. Il s'agira plutôt de pompage de débits résiduels en fond de fouille que de rabattement de nappes à

proprement parlé (les effets des pompages ne sont pas attendus sur des surfaces importantes, mais uniquement au droit des ouvrages).

Toutefois, cette approche reste à affiner sur la base de connaissances plus complètes des caractéristiques des nappes, ainsi que des ouvrages. En effet, « l'imperméabilité totale » n'existant pas, des incidences sur les nappes restent potentielles bien que difficilement quantifiables pour l'heure.

Les limites actuelles d'étude devront être levées afin de permettre une quantification de l'impact au niveau de chaque ouvrage, et notamment au niveau des ouvrages traversant les nappes les plus productives.

9.2.6.5 Impact en termes « d'Effet Barrage »

Compte tenu de son diamètre de l'ordre de 9 mètres, l'ouvrage souterrain est susceptible de faire barrage à l'écoulement des nappes d'eau souterraines ; il en résulte un relèvement de la piézométrie en amont de l'ouvrage et un abaissement de la piézométrie en aval.

Cet « effet barrage » a été quantifié en considérant, d'une part, le sens d'écoulement des nappes d'eau souterraine (l'effet barrage maximal est induit lorsque l'ouvrage souterrain est perpendiculaire au sens d'écoulement de la nappe interceptée), et d'autre part, en considérant le pourcentage d'occultation de la nappe d'eau souterraine par l'ouvrage (plus le pourcentage d'occultation de la nappe est élevé, plus l'effet barrage est important).

9.2.6.6 Qualité des eaux souterraines :

D'une part, en cas de pompage des débits d'exhaure, la qualité des eaux souterraines est susceptible d'avoir un impact sur le projet (réglementation très stricte, nécessité de traitement des eaux pompées avant rejet dans le milieu naturel, difficultés à trouver un exutoire pour le rejet, coût élevé du rejet dans les réseaux d'assainissement).

D'autre part, le pompage des eaux souterraines présentant une pollution significative est susceptible de favoriser une migration des polluants et une extension des zones polluées. L'évaluation des impacts potentiels en termes de pollution des eaux souterraines a été basée sur les données recueillies dans la banque de données ADES. L'analyse des données disponibles a permis d'identifier des zones de pollution avérée des eaux souterraines. Cette première analyse a été complétée à l'aide des données disponibles dans les bases de données BASIAS (anciens sites industriels) et BASOL (sites pollués en cours de traitement par l'administration).

Ces deux bases de données donnent essentiellement des informations concernant la qualité des sols. Toutefois, par extrapolation, les zones présentant une concentration en sites BASIAS ou BASOL constituent des zones de pollution possible des eaux souterraines, majoritairement les nappes d'eau proches de la surface qui constituent le milieu récepteur de certains polluants contenus dans les sols.

9.2.7 Occupation du sous-sol et risques naturels et technologiques

9.2.7.1 Réseaux et ouvrages souterrains

Dans l'agglomération parisienne, l'occupation du sol est fortement marquée par l'urbanisation et les infrastructures.

Parallèlement à l'occupation de la surface du sol, il existe une occupation du sous-sol qui est une contrainte à la réalisation de projets, en particulier souterrains.

L'objectif de cette partie est de quantifier l'occupation du sous-sol, à la fois en termes de répartition spatiale et de profondeur.

Compte tenu du degré de précision du projet, l'analyse portera sur les composantes principales des infrastructures souterraines : il s'agit des éléments assurant l'architecture générale des réseaux.

L'analyse repose entièrement sur la prise en compte et la cartographie de données relatives à ces réseaux. Elle considère principalement un projet souterrain, un projet aérien ayant une incidence négligeable sur cette thématique.

Les éléments fins des réseaux, la desserte locale au niveau des bâtiments, ne sont pas pris en compte dans la présente analyse pour les raisons suivantes :

- Le niveau de définition actuel du projet ne permet pas une analyse à ce niveau de détail,
- En zone urbanisée, leur densité est très forte et on peut considérer qu'il y en a partout,
- Ces éléments sont pour la plupart situés à faible profondeur, dans les 10 premiers mètres.

Ces éléments devront être pris en compte lors des études de définition du projet. Néanmoins, ces éléments sont systématiquement déplacés dans les projets ayant une phase Voirie et Réseaux Divers.

Pour un réseau aérien au sol, ces éléments fins se déplacent hors de l'emprise du projet si cela est nécessaire : c'est une opération courante.

Pour un réseau aérien sur infrastructure, seuls les ancrages sont concernés de la même façon, la profondeur étant, en général plus importante (5 à 10m).

Pour un réseau souterrain, le tunnel passera en dessous de ces réseaux. En effet, les 10 premiers mètres sont également occupés par les fondations des bâtiments, les sous-sols (à usage de parking ou autre) et il n'est pas envisageable d'y faire passer un tunnel. A titre d'exemple, la dernière ligne de métro construite, la ligne 14, a été creusée à 40 m de profondeur.

Les éléments pris en compte sont donc les suivants :

- Les canalisations de transport de produits divers : gaz naturel haute pression, pétrole, produits chimiques, eau chaude/réseau CPCU, eau potable, EDF,
- Les grands collecteurs d'assainissement des eaux usées.

9.2.8 Bâti et niveau de sous-sol

Les bâtiments à usage d'habitation, de bureaux ou d'activités, les bâtiments industriels ou militaires, les hôpitaux, les postes électriques, les stations de pompage, en somme tous les bâtiments destinés à tous les usages, présentent généralement un ou plusieurs niveaux au-dessus du niveau du sol, et parfois un ou plusieurs niveaux de sous-sols.

Le type de fondation des bâtiments dépend à la fois des caractéristiques propres de chaque bâtiment et des caractéristiques géotechniques du sol sur lequel ils sont implantés.

Le réseau et les ouvrages liés au projet du Grand Paris, du tunnel jusqu'aux gares, en passant par les émergences, sont donc contraints par le bâti présent en surface, à la fois par la couverture de ce bâti, et par le mode de construction opéré. Le tunnel peut en effet croiser des fondations de types pieux profonds, ou des niveaux de sous-sols, ou bien encore l'implantation des gares peut être prévue à l'emplacement de bâtiments existants.

La connaissance de la couverture bâtie en surface, et de sa typologie constitue donc une approche générale pour évaluer les impacts du projet sur le bâti, et a fortiori les contraintes que le bâti existant impose au projet. Elle est un préalable à une étude plus détaillée du bâti et des fondations.

Les impacts ou interactions possibles sont de différentes natures :

- Impacts par vibrations émises par le déplacement des trains sur des sites sensibles, identifiés,
- Nécessité d'acquisition de terrains dans le cas de constructions présentes à l'emplacement prévu d'une gare, ou d'une émergence,
- Impacts sur les fondations en cas de fondations profondes,
- Impacts sur les fondations ou niveaux de sous-sols en cas de présence de nombreux niveaux de sous-sols, comme à la Défense par exemple.

<u>La typologie du bâti a été établie à partir des éléments suivants :</u>

- Carte IGN,
- Plans cadastraux,
- Données du site internet www.géoportail.fr.

Ces données ont été croisées avec le site internet Google Maps, dont l'outil Street View a notamment permis la vérification des niveaux des bâtiments sur le fuseau.

Enfin, des visites sur site ont confirmé les données initialement récoltées.

Le zonage différencie les bâtiments à usage classiques (usages résidentiels ou tertiaires) d'une part, selon leur hauteur, les hôpitaux, dont on considère qu'ils ont au moins un voire deux niveaux de sous-sols, et qu'ils présentent une sensibilité particulière (par exemple les canalisations d'oxygène), les sites sensibles de type sites militaires, aéroports, industriels, qui ne présentent pas nécessairement de niveaux de sous-sols, mais sont des espaces particuliers demandant une attention spécifique.

Les éléments remarquables ponctuels, comme des bâtiments de grande hauteur ponctuels dans un zonage à bas niveaux, ou bien les postes électriques, stations d'épuration, réservoirs d'eau… sont également représentés selon deux symboles. Ils nécessitent également une attention spécifique, sans toutefois présenter systématiquement une interaction avec le réseau du projet.

Les résultats sont donc ceux d'une grande échelle, l'objectif du présent rapport n'étant pas de déterminer au bâtiment près, hors cas particulier, l'impact du projet sur chaque bâtiment. Cependant, ce type d'étude sera nécessaire dans la définition du projet.

La méthodologie employée ne permet pas de connaître le type de fondation, puisqu'il faudrait une étude exhaustive bâtiment par bâtiment, les caractéristiques géotechniques du sous-sol pouvant changer dans une même rue. Elle ne permet pas non plus de connaître précisément la profondeur des bâtiments, et donc les niveaux de sous-sols.

En revanche, la hauteur des bâtiments, ainsi que la présence à proximité, ou non, de parkings aériens, permet de supputer leur profondeur, et de déterminer les zones à sensibilité plus ou moins forte.

9.2.9 Milieux naturel, faune et flore

9.2.9.1 Méthodologie pour la flore

L'étude de la flore a été réalisée dans l'optique de révéler la biodiversité floristique globale pour dégager les principaux enjeux et expertiser les différents habitats présents sur les zones d'étude.

Ces prospections avaient pour objet de caractériser les différents types de végétations et de rechercher d'éventuelles plantes protégées et/ou à statut de rareté sur la zone d'étude.

Certaines dates de prospections peuvent se révéler non adapté pour certaines espèces précoces ou tardives et ne permettent évidemment pas de prétendre à l'exhaustivité des inventaires (certains taxons non identifiables en l'état) ; aussi notre analyse ne peut-elle proposer qu'un aperçu de l'intérêt patrimonial supposé de la flore et des habitats du site.

Les limites techniques inhérentes aux prospections de terrain reposent sur la difficulté voire l'impossibilité d'accès à certaines zones (terrains et propriétés privés et clôturés, zones de chantier, carrières en activité).

La nomenclature des plantes à fleurs et des fougères utilisée dans cette étude est celle de la Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France (B.D.N.F.F., consultable et actualisée en ligne sur le site www.tela-botanica.org).

En ce qui concerne les habitats naturels, la nomenclature utilisée est celle de la typologie CORINE BIOTOPES (BISSARDON M *et al*, 1997), référentiel de l'ensemble des habitats naturels présents en France et en Europe. Dans ce document, un code et un intitulé sont attribués à chaque habitat naturel décrit.

Les habitats naturels d'intérêt communautaire listés en annexe I de la directive européenne 92/43/CEE (dite directive « Habitats/Faune/Flore ») possèdent également un code spécifique. Parmi ces habitats d'intérêt européen, certains possèdent une valeur patrimoniale encore plus

forte et sont considérés à ce titre comme « prioritaires » (leur code Natura 2000 est alors complété d'un astérisque *).

	Niveau européen	***Niveau national***	***Niveau régional et/ou départemental***
Flore	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 20 janvier 1982 (modifié) relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire	Arrêté du 11 mars 1991 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Île-de-France complétant la liste nationale

Outils de bioévaluation

Les listes d'espèces recensées sur la zone d'étude sont rapprochées des listes de protection réglementaires et autres outils de bio-évaluation, établis par des spécialistes, pour apprécier le degré de rareté des espèces présentes. Ces éléments rendent compte de l'état des populations d'espèces dans le secteur géographique auquel elles se réfèrent : l'Europe, le territoire national, une région, un département. Ces listes de référence n'ont pas toujours une valeur juridique (seules les listes d'espèces protégées et la directive Habitat apportent une protection réglementaire) mais sont des outils indispensables à l'évaluation patrimoniale des espèces.

9.2.9.2 Méthodologie pour la faune

Pour les insectes

- Prospections directes

Les insectes et les reptiles ont été recherchés sur l'ensemble des sites par une prospection visuelle des habitats favorables, l'identification se faisant en vue rapprochée ou après capture/relâche au filet en cas de nécessité. Le relevé des orthoptères s'est également appuyé sur l'écoute des stridulations.

Les limites méthodologiques liées aux prospections de terrain sont, d'une part le nombre de passages réalisés par site (en l'occurrence un) qui contribue à ne fournir que des observations partielles quant à la richesse spécifique d'un milieu et d'autre part la date de ces passages centrés sur les mois d'août et septembre. Ces mois sont considérés comme adaptés pour de nombreux groupes (et tout particulièrement les Orthoptères) mais négligent le printemps et le début de l'été qui constituent les périodes optimales d'observation de certains taxons comme les Rhopalocères précoces et les Reptiles.

- Prospections spécifiques des coléoptères saproxyliques par pose de piège

Les coléoptères saproxylophages, étroitement dépendants des conditions d'humidité et de la structure végétale des habitats, s'avèrent être de bons indicateurs de la qualité des milieux et de leur capacité d'accueil pour cette entomofaune.

Cette série d'inventaires se base sur un réseau de pièges vitre à interception et de pièges attractifs. Ces pièges sont particulièrement efficaces pour collecter les coléoptères. Ils rendent compte à la fois de l'abondance locale des insectes mais également de leur mobilité, puisque ces derniers sont capturés lors de leurs déplacements.

Les coléoptères ont été inventoriés à l'aide de 2 pièges vitres et de 8 pièges à vin au niveau de l'allée de Chartres dans le Domaine National de Saint-Cloud.

Afin de réaliser cette expertise, une demande de dérogation à l'interdiction de capturer, transporter, détenir, utiliser et détruire des spécimens d'espèces animales protégées a été déposée à la DRIEE. La demande a reçu l'avis favorable du Conseil National de la Protection de la Nature en date du 21 Août 2013 et fait l'objet d'un arrêté portant dérogation.

Les pièges vitres à interception multidirectionnelle (modèle Polytrap© souple transparent) sont constitués de deux plaques de plastique transparent (35 x 60 cm) croisées au-dessus d'un entonnoir de 40 cm de diamètre, lui-même débouchant sur un contenant de 1 litre. Le contenant est rempli au tiers avec de l'eau salée (15-20% de NaCl) et additionné d'un agent mouillant de manière à noyer les insectes immédiatement (le sel étant utilisé comme conservateur).

Les pièges ont été fixés par des ficelles sur les troncs ou sous une branche. Certains ont été fixés à 6 m de hauteur sur des grosses branches.

Les pièges attractifs à vin sont des bouteilles plastiques de 1,5 litres, ouvertes dans leur partie supérieure de manière à créer deux fenêtres latérales de grande taille. Le fond du récipient est rempli au tiers de vin, bière, sel et sucre en saturation. Ce mélange va fermenter et attirer les insectes.

Les bouteilles sont munies d'un crochet et accrochées en hauteur dans un arbre ou sur un bois mort (image ci-contre).

Exemple d'un piège attractif accroché dans un arbre – source : Biotope

Les insectes sont récoltés à intervalles réguliers d'une à deux semaines depuis le mois d'avril jusqu'à Août 2014.

Dix pièges (8 pièges attractifs et 2 pièges vitres) ont été répartis en deux lots (1 piège vitre + 4 piège attractifs) sur le site d'étude.

À l'occasion de chaque relevé et du démontage, les insectes ont été placés dans des flacons remplis d'alcool à 70° puis stockés pour une identification ultérieure.

Les principales limites concernant cette expertise sont :

- La difficulté d'observer les espèces à l'état adulte qui sont parfois dans des effectifs de populations faibles ;

- Le printemps pluvieux des mois d'avril, de juillet et de août 2014 a été assez défavorable aux insectes, les périodes de vol ont ainsi été décalées et raccourcies : aussi il n'est pas improbable que certaines espèces n'aient pu être observées durant nos prospections ;

- La réussite de l'analyse des peuplements des coléoptères saproxylophages est en partie dépendante de la pression d'observation et de piégeage : plus on pose de pièges et plus ces types de pièges sont diversifiés, plus on a de la chance de capturer de nombreuses espèces.

A noter que l'expertise s'est focalisée sur les groupes de coléoptères saproxylophages ayant des espèces réglementées (Lucanidae, Cetoniidae et Cerambycidae).

Nomenclature utilisée

L'objectif principal des relevés est de recenser les espèces protégées (au niveau national ou régional pour les insectes) ou patrimoniales sur le fuseau d'étude, ainsi que de localiser les habitats utilisés par ces espèces.

	Niveau européen	***Niveau national***	***Niveau régional et/ou départemental***
Insectes	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection	Arrêté du 22 juillet 1993 fixant la liste des insectes protégés en région Île-de-France et complétant la liste nationale

Support de l'analyse des enjeux par espèce

Dans le cadre de cette étude réglementaire, une évaluation des enjeux de préservation du patrimoine naturel sur le fuseau d'étude a été réalisée.

Chaque niveau d'enjeu est associé à une portée géographique indiquant le poids du fuseau d'étude, ou d'un secteur de celle-ci, en termes de préservation de l'élément considéré (espèce, habitat, habitat d'espèce, groupe biologique ou cortège). L'échelle retenue est présentée en début de méthodologie.

Les outils de bioévaluation sont très variables d'un groupe à l'autre. Le niveau de patrimonialité est généralement basé sur le croisement des statuts de rareté et de menace des différentes espèces.

En l'absence d'évaluation des statuts de rareté pour de nombreux groupes franciliens depuis la sortie du guide de modernisation des znieff en 2002, la patrimonialité donnée dans le chapitre « Bioévaluation » est une estimation à dire d'expert largement basée sur les publications suivantes (les références détaillées sont dans la partie bibliographie) :

Orthoptères

- Atlas des Orthoptères ; UEF, 2009 ;
- Atlas des Orthoptères et mantidés de France ; Voisin, 2003 ;
- Guide de modernisation des Znieff d'Île-de-France, 2002 ;
- Liste rouge des Orthoptères de France ; Sardet & Defaut 2004 ;
- Sardet, 2008 (Matériaux Orthoptériques et Entomocénotiques N°12) ;
- Liste des Orthoptères d'Île-de-France, version 2013, OPIE ;
- Diverses communications personnelles de M. Serge Gadoum.

Lépidoptères

- Les papillons de jour d'Ile-de-France et de l'Oise, Doux& Gibeaux, 2007 ;
- http://www.lepinet.fr/
- Liste des espèces déterminantes d'Ile-de-France (CSRPN/DIREN Ile-de-France, 2002)
- ORGFH Ile-de-France (DIREN Ile-de-France, 2007)
- Liste des espèces SCAP (Stratégie de Création d'Aires Protégées) validée par la région Ile-de-France

Odonates

- Liste des espèces déterminantes d'Ile-de-France (CSRPN/DIREN Ile-de-France, 2002)
- ORGFH Ile-de-France (DIREN Ile-de-France, 2007)
- Liste des espèces SCAP (Stratégie de Création d'Aires Protégées) validée par la région Ile-de-France
- Liste rouge des Odonates de la région Île-de-France (autochtonie, rareté, fréquence et occupation), SFO/OPIE, 2013

Prospection avifaune

Méthodologie de prospection

Afin d'évaluer la capacité d'accueil du fuseau d'étude pour les oiseaux nicheurs, des inventaires ponctuels ont été réalisés de manière à échantillonner l'ensemble des types de milieux présents. L'objectif principal était de contacter les espèces remarquables présentes sur le fuseau d'étude et cibler les secteurs à enjeu de conservation.

Afin d'évaluer les cortèges des oiseaux nicheurs sur l'ensemble de la zone d'étude, des inventaires ponctuels inspirés des IPA ont été réalisés de manière à échantillonner l'ensemble des milieux présents.

Deux techniques de prospection complémentaires ont été utilisées au cours de ces inventaires :

- L'écoute des chants et cris des oiseaux à partir de parcours réalisés sur l'ensemble du site expertisé (méthode semi-quantitative inspirée des IPA), dans les différents milieux naturels présents. L'observateur note également les différents contacts visuels qu'il peut effectuer ;

- Pour les oiseaux ne se détectant pas par le chant (rapaces et grands échassiers essentiellement), une prospection visuelle aux jumelles et à la longue vue.

Ces techniques doivent être pratiquées le matin à l'heure où les oiseaux sont les plus actifs. Elle a l'avantage de pouvoir être réalisée lors d'un seul passage (en général au mois de juin) par point d'écoute si les conditions météorologiques sont favorables (temps sec, vent faible).

Concernant l'inventaire des espèces précoces, telles que les pics, un passage spécifique a eu lieu plus tôt en saison (entre mi-février et mi-avril). C'est, en effet, à cette période de l'année que certaines espèces affirment leur territoire. La méthode de la repasse a été employée. Elle a pour but d'identifier les espèces présentes et d'estimer le nombre d'individus présents sur le site expertisé et ses abords immédiats.

Les noms scientifiques et français utilisés dans cette étude proviennent de la « Liste officielle des Oiseaux de France », diffusée par la Commission de l'Avifaune Française en 2007.

Limites de la méthode pour l'inventaire des oiseaux

La méthode d'Échantillonnage Fréquentiel Progressif, assez efficace, n'est cependant pas applicable aux espèces nocturnes ou celles à grand territoire telles que les rapaces qu'il faut donc considérer à une autre échelle. Chez ces derniers, le nombre de couples est estimé à la vue ou à partir de trace sur les sites fréquentés (fientes, pelotes) et leur statut (nicheur, de passage) apprécié en fonction du comportement (vol battu direct, pompes ou orbes d'individus observées en plein ciel).

Les dates d'inventaires sont calées de manière à prendre en considération la majeure partie des espèces d'oiseaux susceptibles d'occuper ou de survoler le site. Il reste néanmoins important de noter que les passages effectués ne permettent pas de prendre en compte toutes les espèces.

Nomenclature utilisée

Synthèse des textes de protection faune applicables sur le fuseau d'étude

	Niveau européen	***Niveau national***	***Niveau régional et/ou départemental***
Oiseaux	Directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009, dite directive « Oiseaux »	Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département	(néant)

Synthèse des outils de bioévaluation faune potentiellement applicables sur le fuseau d'étude

	Niveau européen	***Niveau national***	***Niveau régional et/ou départemental***
Oiseaux	Red List of threatened species – A global species assessment (UICN, 2004) Birds in Europe 2 (BirdLife International, 2004) Birds in the European Union – a status assessment (BirdLife, 2004)	Liste des espèces menacées en France, dans Oiseaux menacés et à surveiller en France, Liste rouge et priorité (YEATMAN-BERTHELOT D. & ROCCAMORA G. 1999) Rapaces nicheurs de France (THIOLLAY & BRETAGNOLLE, 2004) UICN France, MNHN, ONCFS & SEOF. 2011. La Liste rouge des espèces menacées en France, selon les catégories et critères de l'UICN. Chapitre Oiseaux nicheurs de France métropolitaine.	Liste des espèces déterminantes d'Ile-de-France (CSRPN/DIREN Ile-de-France, 2002) Les oiseaux d'Île-de-France – nidification, migration, hivernage (CORIF-Delachaux et Niestlé d'après Le Marechal, Laloi & Lesaffre, 2013) ORGFH Ile-de-France (DIREN Ile-de-France, 2007) Birard J., Zucca M., Lois g. et natureparif, 2012. Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs d'Île-de-France. Paris. 72 p.

Support de l'analyse des enjeux par espèce

Dans le cadre de cette étude réglementaire, une évaluation des enjeux de préservation du patrimoine naturel sur le fuseau d'étude a été réalisée.

Chaque niveau d'enjeu est associé à une portée géographique indiquant le poids du fuseau d'étude, ou d'un secteur de celle-ci, en termes de préservation de l'élément considéré (espèce, habitat, habitat d'espèce, groupe biologique ou cortège). L'échelle retenue est présentée en début de méthodologie.

Inventaire amphibiens

Méthodologie de prospection

Les prospections ont été réalisées sur l'ensemble des habitats favorables à ces espèces, situés sur le fuseau d'étude. Nous avons recensé et localisé les individus et les zones de pontes des différentes espèces, leurs territoires potentiels d'hivernage, et les éventuels axes de migrations présents sur le site d'étude.

Deux protocoles d'observation ont été utilisés :

- **La détection directe**

Ce terme regroupe toutes les procédures de détection visuelle et auditive.

La détection visuelle est appliquée aussi bien en milieu terrestre qu'en milieu aquatique. Sur les sites de reproduction, tous les stades de développement sont concernés (adultes, larves, œufs…).

De plus, certaines espèces utilisent des signaux sonores pour signaler leur position à leurs rivaux et aux femelles. Ces chants sont caractéristiques de chaque espèce et peuvent être entendus à grande distance d'un site de reproduction.

Outre l'inventaire des espèces présentes, l'arpentage du milieu terrestre organisé selon un itinéraire de recensement permet de mettre en évidence les voies de déplacements des animaux.

Les visites, nocturnes et diurnes, ont été réalisées à pied mais aussi en voiture.

- **La capture en milieu aquatique**

Une technique classique de capture est la pêche à l'épuisette, très utile dans des points d'eau turbides et/ou envahis de végétation. Cette technique, susceptible de perturber le milieu naturel, a été utilisée avec parcimonie. Les animaux capturés ont rapidement été libérés sur place.

Limites des inventaires

Le printemps 2014 n'a pas été très favorable aux amphibiens : temps sec et températures nocturnes relativement basses.

Nomenclature utilisée

La nomenclature utilisée provient du site internet de la Société Herpétologique de France (http://www.lashf.fr/).

	Niveau européen	***Niveau national***	***Niveau régional et/ou départemental***
Amphibiens	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 19 novembre 2007 fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département	(néant)

Synthèse des outils de bioévaluation faune potentiellement applicables sur le fuseau d'étude

	Niveau européen	***Niveau national***	***Niveau régional et/ou départemental***
Amphibiens	2004 Red List of threatened species – A global species assessment (UICN, 2004) Atlas of amphibians and reptiles in Europe (GASC et al., 2004)	Inventaire de la faune menacée en France (MNHN, 1994) Les Amphibiens de France, Belgique, Luxembourg (Duguet & Melki, 2003) Les Reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse (Vachet JP. et Geniez M., 2010)	Liste des espèces déterminantes d'Île-de-France (CSRPN/DIREN Île-de-France, 2002) Massary J.-C. & Lescure J., 2006. Inventaire des Amphibiens et Reptiles d'Île-de-France. Bilan 2006. SHF. Région Île-de-France ORGFH Île-de-France (DIREN Île-de-France, 2007)

Support de l'analyse des enjeux par espèce

Dans le cadre de cette étude réglementaire, une évaluation des enjeux de préservation du patrimoine naturel sur le fuseau d'étude a été réalisée.

Chaque niveau d'enjeu est associé à une portée géographique indiquant le poids du fuseau d'étude, ou d'un secteur de celle-ci, en termes de préservation de l'élément considéré (espèce, habitat, habitat d'espèce, groupe biologique ou cortège).). L'échelle retenue est présentée en début de méthodologie.

Inventaire Reptiles

Méthodologie de prospection

Les reptiles sont recherchés sur l'ensemble des habitats favorables : lisières forestières, haies, talus, zones xérophiles, bords de points d'eau…

Les prospections consistent essentiellement en une recherche diurne à vue (et à l'ouïe) des reptiles, de préférence lors de journées couvertes mais chaudes et moites au printemps ou à la fin de l'été. Les reptiles sont diurnes mais on peut également observer certains serpents de nuit, en été, principalement au niveau des zones humides.

Les reptiles ont tendance à rechercher, pour s'abriter ou réguler leur température interne, des refuges à la surface du sol (pierres plates, rochers, souches…). Ces micro-habitats ont été recherchés et inspectés sur le fuseau d'étude.

Nomenclature utilisée

La nomenclature utilisée provient du site internet de la Société Herpétologique de France (http://www.lashf.fr/).

	Niveau européen	***Niveau national***	***Niveau régional et/ou départemental***
Reptiles	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 19 novembre 2007 fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département	(néant)

Synthèse des outils de bioévaluation faune potentiellement applicables sur le fuseau d'étude :

	Niveau européen	***Niveau national***	***Niveau régional et/ou départemental***
Reptiles	2004 Red List of threatened species – A global species assessment (UICN, 2004) Atlas of amphibians and reptiles in Europe (GASC et al., 2004)	Inventaire de la faune menacée en France (MNHN, 1994) Les Amphibiens de France, Belgique, Luxembourg (Duguet & Melki, 2003) Les Reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse (Vachet JP. et Geniez M., 2010)	Liste des espèces déterminantes d'Île-de-France (CSRPN/DIREN Île-de-France, 2002) Massary J.-C. & Lescure J., 2006. Inventaire des Amphibiens et Reptiles d'Île-de-France. Bilan 2006. SHF. Région Île-de-France ORGFH Île-de-France (DIREN Île-de-France, 2007)

Support de l'analyse des enjeux par espèce

Dans le cadre de cette étude réglementaire, une évaluation des enjeux de préservation du patrimoine naturel sur le fuseau d'étude a été réalisée.

Chaque niveau d'enjeu est associé à une portée géographique indiquant le poids de le fuseau d'étude, ou d'un secteur de celle-ci, en termes de préservation de l'élément considéré (espèce, habitat, habitat d'espèce, groupe biologique ou cortège).). L'échelle retenue est présentée en début de méthodologie.

Inventaire chiroptères

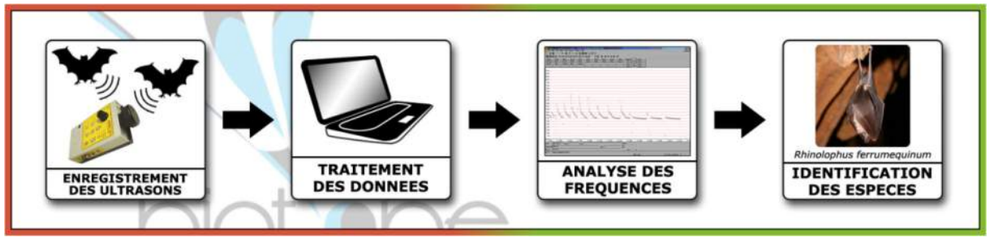
Méthodologie de prospection

Au cours de ces inventaires, plusieurs types de détecteurs ont été utilisés : Pettersson D240X et SM2Bat :

- Le détecteur D240X (Pettersson) permet d'apprécier le son en hétérodyne et en expansion de temps. La majorité des contacts ont été identifiés au niveau spécifique sur le terrain ; pour les cas litigieux, les sons ont été enregistrés sur enregistreur numérique et analysés ultérieurement avec le logiciel Batsound Pro version 3.31. Les contacts avec des chauves-souris ont été notés par tranche de 5 minutes ; en cas de contact continu avec un individu, un contact toutes les 5 secondes a été noté.

- Le détecteur d'ultrasons SM2BAT permet d'obtenir des données spécifiques et quantitatives (nombre de contact par heure). Les SM2BAT enregistrent automatiquement l'ensemble des contacts de chauves-souris détectés et les enregistrements sont ensuite analysés et identifiés sur ordinateur. Le SM2BAT permet d'obtenir des fichiers en division de fréquence mais également en expansion de temps, ce dernier système étant le seul moyen d'identifier certaines espèces telles que les murins.

Les inventaires nocturnes ont été réalisés à partir de points d'écoute et de parcours pédestres nocturnes. La localisation des points d'écoute et des parcours a été choisie de manière à couvrir l'ensemble des milieux favorables aux chauves-souris au sein du site expertisé et des milieux environnants.



- **Détermination du signal et identification des espèces**

Les chiroptères perçoivent leur environnement par l'ouïe et en pratiquant l'écholocation. A chaque battement d'ailes, elles émettent un cri dans le domaine des ultrasons, à raison de 1 à 25 cris par seconde. L'écoute des ultrasons au moyen de matériel spécialisé permet donc de détecter immédiatement la présence de ces mammifères.

Chaque espèce a des caractéristiques acoustiques qui lui sont propre. L'analyse de ces signaux permet donc de réaliser des inventaires d'espèces.

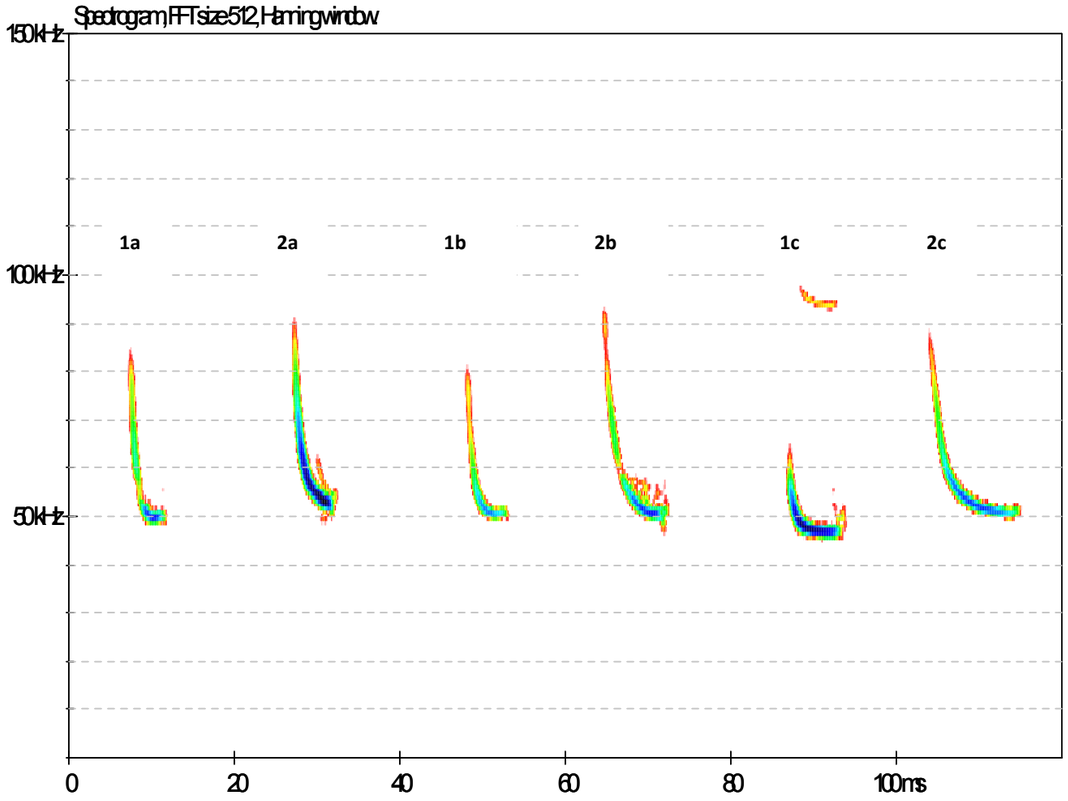
Il existe une abondante bibliographie sur ce sujet, citons notamment ZINGG (1990), TUPINIER (1996), RUSS (1999), PARSONS. & JONES (2000), BARATAUD (2002), RUSSO & JONES (2002), OBRIST et al. (2004), PREATONI et al. (2005).

Limites de la méthode et difficultés rencontrées

- Identification des espèces par les ultrasons

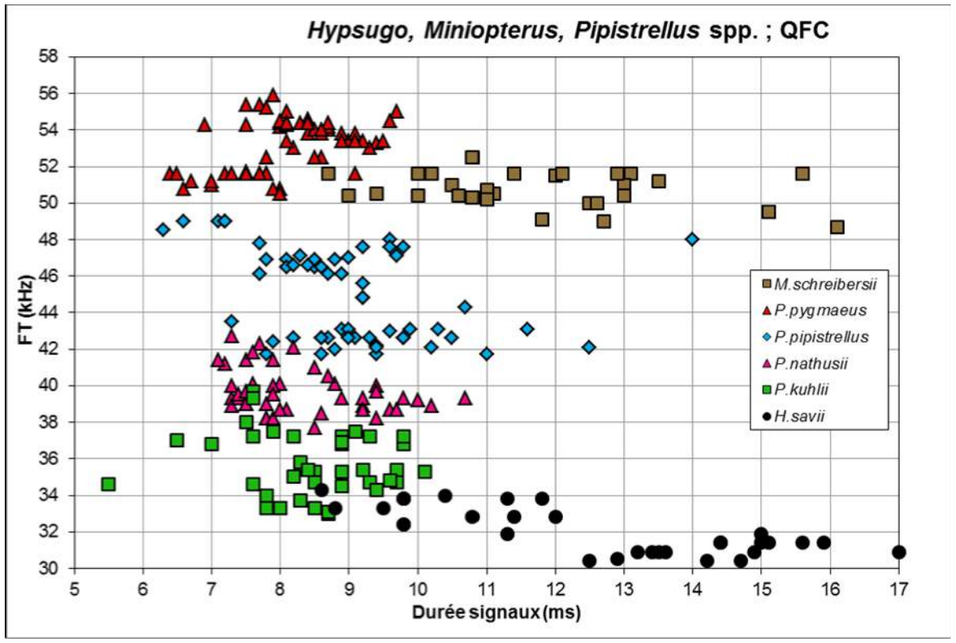
La détermination des chauves-souris dans le cadre de ce type d'inventaire utilise la méthode « française » issue du travail de Michel Barataud (BARATAUD, 2012). Dans l'état actuel des connaissances, il est possible d'identifier dans de bonnes conditions d'écoute 26 à 29 espèces sur les 34 françaises. Néanmoins, les cris sonar de certaines espèces sont parfois très proches, voire identiques dans certaines circonstances de vol, c'est pourquoi les déterminations litigieuses sont rassemblées en groupes d'espèces.

Exemple d'un spectrogramme qui montre comment le signal évolue en fréquence tout au long de la durée – source : Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe, Michel Barataud, 2012



Spectrogrammes de signaux FM/QFC (sortis de leur contexte pour les besoins de la comparaison), montrant les différences de courbures à angle plus ou moins fermé. Légende: 1 = *P. pipistrellus*; 2 = *M. schreibersii*; a, b, c = classes de durées de signal, du plus court au plus long.

Exemple des différentes longueurs d'ondes dans le temps - source : Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe, Michel Barataud, 2012



- Evaluation de l'activité nocturne :

La principale limite de cette méthode est dues aux distances de détectabilité de part et d'autre du micro qui varient suivant les espèces en fonction de leur fréquence et puissance d'émission : de 100 mètres voire plus pour la Sérotine commune, les noctules ou le Molosse de Cestoni à quelques dizaines de mètres pour le groupe des pipistrelles et quelques mètres pour les rhinolophes et les murins de petite taille. Ainsi, la présence d'animaux n'est détectée que dans une bande étroite et variable selon les espèces contactées le long des parcours ou points d'écoute. Par commodité, les transects suivent la plupart du temps la route ou les chemins existants. Cependant, le choix des parcours et des points d'écoutes doivent permettre d'échantillonner la plupart des milieux présents.

Dans le cadre de cette étude, une seule nuit d'écoute a été réalisée sur les sites. Elle a été réalisée en période de mise-bas des chauves-souris. Cette pression d'observation permet de faire une première évaluation de l'activité des chauves-souris mais n'est pas suffisant pour évaluer finement l'activité des chauves-souris par milieux. Les sites de chasse varient d'une nuit sur l'autre en fonction de différents paramètres tels que les conditions météorologiques et peux aussi varier encore en fonction de la période de l'année (printemps, été et automne).

- Evaluation des potentialités des gîtes arboricoles

Cet inventaire consiste en la recherche des arbres potentiellement favorables au gîte des chauves-souris. Il s'agit d'arbres vivants ou morts, présentant des cavités, des loges de pics, des fissures, des décollements d'écorces, des caries, des échardes et autres « accidents » (PÉNICAUD, 2000) ou gros troncs de lierre (RICHARDSON, 1985) pouvant accueillir des chiroptères, en période hivernale et/ou estivale.

Afin de faciliter la détection des gîtes potentiels, les prospections ont été effectuées avant la pousse des feuilles.

Exemples de cavités potentiellement favorables aux chauves-souris, de gauche à droite : loges de pic, fissure et décollement d'écorce. © Biotope

Les coordonnées de chaque arbre présumé favorable sont relevées par GPS et la typologie du gîte potentiel est renseignée. Chaque gîte potentiel est affecté d'une note en fonction de sa potentialité d'accueil, de 1 « Potentialité moyenne » à 3 « Potentialité très forte ».

Il est connu que les chiroptères affectionnent particulièrement les arbres sains présentant des fissures étroites ou des trous de pics (TILLON, 2005 et 2011). Ces arbres seront généralement affectés d'une note de 2 ou 3.

L'évaluation de la potentialité d'accueil des arbres pour les chauves-souris peut être affinée à l'aide de plusieurs critères comme l'orientation du gîte potentiel, sa profondeur, la présence de coulures voire de guano lorsque l'accès est possible…

Nomenclature utilisée

Synthèse des textes de protection faune applicables sur le fuseau d'étude

	Niveau européen	***Niveau national***	***Niveau régional et/ou départemental***
Mammifères dont les Chiroptères	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département.	

Synthèse des outils de bioévaluation faune potentiellement applicables sur le fuseau d'étude

	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional et/ou départemental
Mammifères dont les Chiroptères	The UICN red List of Threatened Species 2008 The Status and Distribution of European Mammals (Temple & Terry 2007)	La liste rouge des espèces menacées en France. Chapitre Mammifères de France métropolitaine (MNHN, UICN, SFEPM & ONCFS 2009) « Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse » (Arthur & Lemaire 2009)	Guide méthodologique pour la création de znieff en Île-de-France (DIREN 2002) Statuts départementaux des espèces *in* « Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse » (Arthur & Lemaire 2009) Plan Régional d'Actions en faveur des chiroptères en Île-de-France : 2012-2016 (BIOTOPE, 2011)

Support de l'analyse des enjeux par espèce

Dans le cadre de cette étude réglementaire, une évaluation des enjeux de préservation du patrimoine naturel sur le fuseau d'étude a été réalisée.

Chaque niveau d'enjeu est associé à une portée géographique indiquant le poids du fuseau d'étude, ou d'un secteur de celle-ci, en termes de préservation de l'élément considéré (espèce, habitat, habitat d'espèce, groupe biologique ou cortège).). L'échelle retenue est présentée en début de méthodologie.

Inventaire mammifères

Les observations ont été réalisées par les différents experts faunistes au cours de leurs prospections relatives aux autres groupes de faune.

L'inventaire des mammifères a été réalisé en utilisant deux techniques complémentaires :

- **Recherches d'indices de présence**

Les « indices de présence » sont autant de signatures laissées sur le terrain par une faune souvent très discrète et nocturne. Lors des reconnaissances et des investigations de terrain, les indices de présence sur chaque transect sont notés (dégâts sur les végétaux, indices sur les fruits et graines, indices sur les coquilles d'œufs, empreintes de pattes, traces de griffes, excréments, coulées, terriers et gîtes). Chaque indice est photographié et précisément localisé avec un GPS.

I.

- **Observations directes**

Nos mammalogues mettront à profit sur le terrain leur connaissance de l'écologie et du comportement des grands mammifères (cerf, chevreuil, sanglier …) pour conduire des investigations de terrains qui leur permettront d'effectuer des contacts avec ces animaux. L'étude préalable sur fonds aériens des terrains d'investigation permettra une appréhension des zones de contacts potentiels avec les animaux permettant de cibler les prospections.

- **Nomenclature utilisée**

Synthèse des textes de protection faune applicables sur le fuseau d'étude

	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional et/ou départemental
Mammifères dont les Chiroptères	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département.	

Synthèse des outils de bioévaluation faune potentiellement applicables sur le fuseau d'étude

	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional et/ou départemental

Mammifères dont les Chiroptères	The UICN red List of Threatened Species 2008 The Status and Distribution of European Mammals (Temple & Terry 2007*)*	La liste rouge des espèces menacées en France. Chapitre Mammifères de France métropolitaine (MNHN, UICN, SFEPM & ONCFS 2009) « Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse » (Arthur & Lemaire 2009)	Guide méthodologique pour la création de znieff en Île-de-France (DIREN 2002) Statuts départementaux des espèces *in* « Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse » (Arthur & Lemaire 2009) Plan régional d'Action pour les chiroptères

Support de l'analyse des enjeux par espèce

Dans le cadre de cette étude réglementaire, une évaluation des enjeux de préservation du patrimoine naturel sur le fuseau d'étude a été réalisée.

Chaque niveau d'enjeu est associé à une portée géographique indiquant le poids du fuseau d'étude, ou d'un secteur de celle-ci, en termes de préservation de l'élément considéré (espèce, habitat, habitat d'espèce, groupe biologique ou cortège).). L'échelle retenue est présentée en début de méthodologie.

Inventaire piscicole et expertise des berges

Méthodologie de prospection

Les résultats de cette étude sont essentiellement basés sur des observations de terrain réalisées au mois de juin 2014. Elles ont été complétées par les données bibliographiques.

L'expertise de terrain a été menée suivant les méthodes suivantes :

- Evaluation des potentialités d'accueil des cours d'eau ou fleuves expertisés;
- Recherche des frayères potentielles de bordure ;
- Observation des espèces à vue et capture éventuelle.

La recherche des habitats favorables sur les secteurs d'étude a présenté certaines limites en raison de l'existence de turbidité des eaux sur certains secteurs, ce qui rend la définition du substrat difficile, ainsi que l'identification des massifs d'herbiers aquatiques et l'observation de la faune aquatique. La prospection s'est donc déroulée par l'analyse de secteurs clefs (points d'observation) accessibles.

La définition des zones d'accueil, et notamment des zones potentielles de frayères, pour les différentes espèces présentes reste donc globale, et est basée sur l'évaluation de la qualité écologique générale des milieux.

Nomenclature utilisée

Statut de protection

En droit européen comme en droit français, le statut de protection des poissons est très variable selon les espèces.

Certaines espèces comme l'Esturgeon (*Acipenser sturio*) et l'Apron (*Zingel asper*) bénéficient d'une protection stricte, incluant celle de leurs « sites de reproduction et aires de repos », au titre de la directive européenne 92/43/CEE du 21 mai 1992 (dite directive « Habitats / Faune / Flore »). Cette protection du « milieu particulier » est reprise en droit français pour les deux espèces citées (arrêté du 20 décembre 2004).

Certains autres poissons peuvent bénéficier, en droit français, de la protection de leurs « milieux particuliers, et notamment [de leurs] lieux de reproduction », ces derniers devant au préalable être désignés dans le cadre d'un arrêté préfectoral (arrêté du 8 décembre 1988). C'est le cas par exemple de certaines zones humides dites d'intérêt environnemental particulier, dont le régime de submersion permet la reproduction d'espèces piscicoles menacées telles que le brochet. Il est d'ailleurs à noter qu'à l'échelon national, les deux tiers des poissons consommés sont dépendants de ces milieux associés au réseau hydrographique pour leur reproduction ou leur développement (Commissariat Général du Plan, 1993).

	Niveau européen	***Niveau national***	***Niveau régional et/ou départemental***

	Niveau européen	*Niveau national*	*Niveau régional et/ou départemental*
Ichtyofaune	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive Habitats : articles, annexe II, annexe IV Directive2006/44/CE DU 6 septembre 2006 concernant la qualité des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons Règlement (CE) N° 1100/2007 du 18 septembre 2007 instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes	Arrêté du 4 décembre 2012 établissant la liste des cours d'eau mentionnée au 2° du I de l'article L.214-17 du code de l'environnement sur le bassin Seine-Normandie Décret du 22 septembre 2010 relatif à la gestion et à la pêche de l'anguille Décret du 25 mars 2008 relatif aux frayères et aux zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole, Décret du 14 décembre 2007 relatif aux obstacles à la continuité écologique, au sens du 1° du I de l'article L. 214-17 et de l'article R. 214-1 Arrêté du 20 décembre 2004 relatif à la protection nationale de l'esturgeon. Arrêté du 08 décembre 1988 fixant la liste des poissons protégés sur l'ensemble du territoire	(néant)

La protection des habitats reste donc la priorité en matière de protection des espèces piscicoles et de leur devenir. Le décret du 25 mars 2008 relatif aux frayères et aux zones de croissance et d'alimentation de la faune piscicole fixe d'ailleurs que « le fait de détruire les frayères ou les zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole est puni de 20 000 euros d'amende, à moins qu'il ne résulte d'une autorisation ou d'une déclaration dont les prescriptions ont été respectées ou de travaux d'urgence exécutés en vue de prévenir un danger grave et imminent ».

Dans tous les cas, l'implication réglementaire peut être forte pour un projet d'aménagement.

Statut de rareté / menace des espèces

Les listes d'espèces protégées ne sont pas nécessairement indicatrices du caractère remarquable des espèces. Si pour la flore les protections légales sont assez bien corrélées à leur statut de conservation, aucune considération de rareté n'intervient par exemple dans la définition des listes d'oiseaux protégés.

Cette situation nous amène à utiliser d'autres outils de bioévaluation, établies par des spécialistes, pour évaluer la rareté des espèces présentes (voir tableau ci-après et bibliographie) : listes rouges, synthèses régionales ou départementales, littérature naturaliste... Elles rendent compte de l'état des populations d'espèces dans le secteur géographique auquel elles se réfèrent : l'Europe, le territoire national, une région, un département. Ces listes de référence n'ont pas de valeur juridique.

	Niveau européen	*Niveau national*	*Niveau local*
Ichtyofaune	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	MNHN, 1994 - Inventaire de la faune menacée en France, MNHN, 1997 - Statut de la faune de France métropolitaine, KEITH & ALLARDI, 2001 - Atlas des poissons d'eau douce de France. KEITH & MARION, 2002 – Methodology for drawing up a Red list oh threatened freshwater fish in France. P. KEITH, H. PERSAT, E. FEUNTEUN & J. ALLARDI (coord.), 2011 - Les poissons d'eau douce de France	Liste des espèces déterminantes de ZNIEFF (guide DIREN IDF 2002)

Support de l'analyse des enjeux

Dans le cadre de cette étude réglementaire, une évaluation des enjeux de préservation du patrimoine naturel sur le fuseau d'étude a été réalisée.

Chaque niveau d'enjeu est associé à une portée géographique indiquant le poids du fuseau d'étude, ou d'un secteur de celle-ci, en termes de préservation de l'élément considéré (espèce, habitat, habitat d'espèce, groupe biologique ou cortège). L'échelle retenue est présentée en début de méthodologie.

9.2.9.3 Méthodologie appliquée aux services écosystémiques et limites

Dans le cadre de cette étude, l'échelle de travail inclue le fuseau d'étude, zone tampon large de 500 m de part et d'autre des différents tracés potentiels du métro, incluant les éléments connexes (gares, ateliers de maintenance, etc.,).

Typologie retenue pour l'occupation du sol

La première étape de ce travail a consisté à lister les différents types d'habitats naturels et semi-naturels rencontrés sur le périmètre d'étude. Une typologie d'occupation des sols a été réalisée sur la base des données issues des couches d'occupation du sol produites par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Ile-de-France (IAU-Île-de-France) :

- Le MOS 47 postes, cartographie détaillée du mode d'occupation des sols axée sur l'urbanisation (version réactualisée en 2008) ;

- L'ECOMOS, cartographie des milieux naturels basée sur la réinterprétation des postes « naturels » du MOS, de façon à créer une couche compatible avec ce dernier (version unique de 2000).

Certains milieux (ou postes du MOS et de l'ECOMOS) présentant le même fonctionnement ont été regroupés. Les milieux ne produisant ni biens ni services écosystémiques ont été supprimés (ex : habitats, commerces, gares routières, zones de chantier, …). Le tableau de correspondance entre les intitulés du MOS/ECOMOS et la typologie utilisée pour l'étude des services écosystémiques est présenté ci-dessous.

Correspondance entre les intitulés des postes du MOS (47 postes, 2008), de l'ECOMOS (2000) et la typologie utilisée pour l'étude des services écosystémiques (SE)

Source	*Typologie des milieux (semi)naturels présents dans le fuseau d'étude selon le MOS 47 postes (2008) et l'Ecomos (2000)*	*Typologie retenue pour l'étude des SE (par sous-catégories)*	*Typologie retenue pour l'étude des SE (par catégories)*
Ecomos	Feuillus sur sable	Espaces boisés	Milieux forestiers
Ecomos	Forêt mélangée mésophile	Espaces boisés	Milieux forestiers
MOS 47	Bois ou forêts	Espaces boisés	Milieux forestiers
Ecomos	Feuillus xéro à mésophile	Espaces boisés	Milieux forestiers
Ecomos	Prébois calcicole	Espaces boisés	Milieux forestiers
Ecomos	Forêt mélangée sur platière ou chaos gréseux	Espaces boisés	Milieux forestiers
MOS 47	Coupes ou clairières en forêts	Espaces boisés	Milieux forestiers
Ecomos	sol nu, décapé	Espaces boisés	Milieux forestiers
MOS 47	Peupleraies	Plantations	Milieux forestiers
Ecomos	Peupleraie	Plantations	Milieux forestiers
Ecomos	Résineux	Plantations	Milieux forestiers
Ecomos	Forêt marécageuse	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Feuillus humides	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Prairie humide	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Roselière	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Mégaphorbiaie	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Autre type de zone humide intérieure	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Mouillère	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Zone marécageuse avec saules	Zones humides	Milieux aquatiques
Ecomos	Tourbière	Zones humides	Milieux aquatiques
MOS 47	Eau	Eau	Milieux aquatiques
Ecomos	Plan d'eau avec végétation aquatique	Plans d'eau	Milieux aquatiques
Ecomos	Plan d'eau permanent libre	Plans d'eau	Milieux aquatiques
Ecomos	Plan d'eau avec nénuphar	Plans d'eau	Milieux aquatiques
MOS 47	Surfaces en herbe à caractère agricole	Cultures	Milieux agricoles
MOS 47	Terres labourées	Cultures	Milieux agricoles
Ecomos	Culture à gibier + parcelle boisée	Cultures	Milieux agricoles
MOS 47	Cultures intensives sous serres	Cultures intensives	Milieux agricoles
MOS 47	Maraîchage, horticulture	Cultures spécialisées	Milieux agricoles
MOS 47	Jardins familiaux	Jardins familiaux	Milieux agricoles
Ecomos	Verger non entretenu	Vergers	Milieux agricoles
Ecomos	Verger en friche	Vergers	Milieux agricoles
MOS 47	Vergers, pépinières	Vergers	Milieux agricoles
MOS 47	Jardins de l'habitat	Jardins	Parcs et jardins
MOS 47	Parcs liés aux activités de loisirs	Parcs urbains	Parcs et jardins
Ecomos	Formations multistrates liées aux infrastructures ou installations	Parcs urbains	Parcs et jardins
MOS 47	Parcs ou jardins	Parcs urbains	Parcs et jardins
Ecomos	Végétation clairsemée	Friches	Milieux ouverts
	Friche herbacée	Friches	Milieux ouverts
Ecomos	Friche sur ancienne terre agricole	Friches	Milieux ouverts
Ecomos	Pelouse en carrière	Prairies	Milieux ouverts
Ecomos	Affleurement rocheux ou sableux	Prairies	Milieux ouverts
Ecomos	Pelouse calcaire	Prairies	Milieux ouverts
Ecomos	Pelouse sur sable	Prairies	Milieux ouverts
MOS 47	Surfaces en herbe non agricoles	Prairies	Milieux ouverts
Ecomos	Prairie mésophile	Prairies	Milieux ouverts
MOS 47	Terrains vacants	Terrains vacants	Milieux ouverts
MOS 47	Vacant rural	Vacants ruraux	Milieux ouverts

Les libellés de cette nouvelle typologie ainsi que leurs définitions sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

Typologie générale retenue pour l'occupation du sol (définitions adaptées au contexte de l'étude)

Milieux	*Sous-catégories*	*Définition*
Milieux forestiers	**Espaces boisés**	Forêts, coupes ou clairières en forêt et sols à nu décapés.
	Plantations	Plantations de peupleraies et de résineux.
Milieux aquatiques	**Zones humides**	Etendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée.
	Eau	Tous cours d'eau permanents sans restriction de largeur maximum.
	Plans d'eau	Plans d'eau permanents libres et plans d'eau avec végétation aquatique..
Milieux agricoles	**Cultures**	Surfaces en herbe à caractère agricole. Terres labourées comprenant toutes formes de cultures annuelles, à l'exclusion des maraîchages et des cultures florales. Cultures à gibier et leurs parcelles boisées associées.
	Cultures intensives	Toutes cultures sous serres, châssis ou arceaux.
	Cultures spécialisées	Maraîchage et horticulture. Cultures intensives annuelles de plein air, cultures légumières de plein champ, maraîchages sans serres, ni châssis, cultures florales, …
	Jardins familiaux	Jardins, vergers, potagers sur des parcelles indépendantes de l'habitat d'usage familial et non de production agricole.
	Vergers	Toutes cultures fruitières de plus de 1000 m² homogènes et de production commerciale. La vigne est classée dans cette catégorie.
Milieux ouverts	**Friches**	Végétation clairsemée, friche herbacée, friche sur ancienne terre agricole.
	Prairies	Surfaces en herbe non agricoles associées aux infrastructures, aux terrains de manœuvre militaires, aux abords des pistes d'aérodromes, aux couloirs des lignes à haute tension, aux châteaux et similaires. Pelouse en carrière, pelouse calcaire, mésophiles ou herbacée.
	Vacant rural	Carrières abandonnées, terrains de manœuvres, vergers abandonnés, emprise de déboisement des lignes électriques.
	Terrains vacants	Terrains vagues en milieu urbain, terrains libres et non bâtis.
Parcs et jardins	**Jardins**	Jardins d'agrément, potagers ou vergers liés à l'habitat individuel ou rural, d'une superficie inférieure à 5000 m² et supérieure à 1000 m² environ par parcelles. Les jardins hors agglomération avec abris, cabane, etc. sont classés dans ce thème.
	Parcs et jardins[66]	Parcs et jardins (publics ou privés) dont la superficie est supérieure à environ 5000 m². Parcs liés aux activités de loisirs (parcs animaliers, zoos, parcs d'attractions, centres de loisirs sans hébergement), formations multi strates liées aux infrastructures ou

[66] *Certains parcs urbains sont caractérisés par la présence d'espaces boisés ou prairiaux. Lorsque ces entités sont de taille importante, leur superficie a été comptabilisée dans les catégories « Milieux forestiers » ou « Milieux ouverts ». La superficie des parcs urbains caractérisée par le MOS peut donc être inférieure à la surface réelle de ces parcs.*

Milieux	*Sous-catégories*	*Définition*
		installations.

9.2.9.4 Identification des services écosystémiques

Dans le cadre de cette étude, 15 services écosystémiques ont été identifiés dans le périmètre d'étude.

☞ Cette liste ne prétend pas être exhaustive car certains services sont parfois difficiles à qualifier ou sont parfois même contestés (voir méthodologie du rapport de l'étude globale pour plus de précisions).

Chaque milieu, de par son fonctionnement et l'utilisation qui en est faite par la société, est à l'origine d'un certain nombre de services. Le tableau suivant présente le lien établi entre chaque type d'habitats naturels et semi-naturels rencontrés sur le périmètre d'étude et les services qu'ils rendent.

☞ Le lien entre milieux et services, présenté dans le tableau qui suit, permet une automatisation des résultats. Néanmoins, les milieux d'une même sous-catégorie peuvent apporter des services légèrement différents (par exemple, la chasse n'est pas pratiquée dans tous les espaces boisés, …). Ceci sera détaillé lors de l'étude précise des impacts (voir section suivante).

Lien entre les milieux (semi)naturels et les services écosystémiques

Services écosystémiques	Milieux	Milieux forestiers		Milieux aquatiques			Milieux agricoles					Parcs et jardins		Milieux ouverts			
		Espaces boisés	Plantations	Zones humides	Eau	Plan d'eau	Cultures	Cultures intensives	Cultures spécialisées	Jardins familiaux	Vergers	Jardins	Parcs urbains	Friches	Prairies	Terrains vacants	Vacant rural
APPROVISIONNEMENT	Production agricole						■	■	■		■						
	Cueillette terrestre									■							
	Récolte de bois	■	■														
REGULATION	Ecrêtement des crues			■		■								■	■	■	■
	Soutien d'étiage			■	■	■											
	Autoépuration de l'eau			■	■	■											
	Purification de la qualité de l'air	■	■	■							■	■	■				
	Régulation du climat global	■	■								■		■				
	Régulation du climat local	■	■								■	■	■				
	Contribution à la pollinisation											■	■	■	■	■	■
SOCIO-CULTUREL	Paysage	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Chasse	■		■	■	■											
	Pêche de loisir			■	■	■											
	Sports de nature	■		■	■	■							■	■	■	■	■
	Tourisme et loisirs de nature	■		■	■	■							■				

9.2.9.5 Évaluation des enjeux

Les surfaces des milieux naturels et semi-naturels[67] au sein de la Ligne 15 Ouest ont été calculées par traitement SIG du MOS 47 postes (2008) et de l'ECOMOS (2000). La correspondance entre les milieux (semi)naturels et les services écosystémiques rendus permet ensuite d'en déduire les superficies en milieux (semi)naturels à l'origine des différents services écosystémiques[68].

9.2.9.6 Évaluation des impacts liés au projet

Pour ce projet, deux types d'impact ont été analysés :

- Les **impacts liés à la phase de construction** du métro (phase chantier), c'est-à-dire les impacts temporaires liées aux gares et ouvrages annexes (puits de ventilation, accès pompier) ;

- Les **impacts liés à la phase d'exploitation** du métro, c'est-à-dire les emprises au sol permanentes des gares et des ouvrages annexes (puits de ventilation, accès pompier). L'emprise au sol des entrées de gares n'étant pas sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris (SGP), elle n'a pas été prise en compte dans cette étude.

De même que pour l'évaluation des enjeux, les surfaces des milieux (semi)naturels impactées en phase chantier ou d'exploitation ont été calculées et mises en relation avec les différents services écosystémiques produits par ces mêmes milieux.

9.2.9.7 Services de régulation et quantification

La quantification des services écosystémiques nécessite un certain nombre de données qu'il n'a pas toujours été possible de réunir dans le cadre de cette étude. Il s'agit notamment de données issues d'études de fréquentation et de perception, de données biologiques (nombre d'arbres, capacité d'épuration d'une zone humide etc.), etc.… Lorsque ces informations ne sont pas disponibles, elles nécessitent notamment la mise en œuvre d'enquêtes auprès des usagers ou des expertises de terrain qu'il n'a pas été possible de réaliser dans le cadre de cette étude.

Seule la quantification des services écosystémiques impactés par le projet est précisée dans la présente étude.

Service d'écrêtement des crues

Associé à une absorption des crues par un ralentissement de leur vitesse et une augmentation du temps de résidence des eaux, la quantification de ce service correspond à une estimation du volume d'eau potentiellement stocké par les milieux (semi)naturels en période de crue. Ce volume est approché grâce à la connaissance de la hauteur des lames d'eau observées lors de crues précédentes (1910 est classiquement la crue de référence) renseignées et géolocalisées par le PPRI d'Ile-de-France. Ce renseignement est alors croisé sous SIG avec la localisation des milieux (semi)naturels participants au service d'écrêtement des crues :

$$V_{eau} = \sum_{Hauteurs\ de\ lame\ d'eau} Surfaces\ milieux\ (semi)naturels * Hauteur\ de\ lame\ d'eau\ correspondante$$

Service de soutien d'étiage

L'analyse de ce service nécessite la connaissance de la capacité de stockage d'eau par les milieux participant à ce service, donnée n'ayant pu être acquise dans le cadre de cette étude. L'étude de ce service reste donc qualitative.

Service d'autoépuration des eaux

L'analyse de ce service nécessite des données précises sur les capacités épuratoires des milieux (en particulier capacité d'épuration du nitrate), données qui n'ont pu être acquises dans le cadre de cette étude. L'étude de ce service restera qualitative. Malgré tout, la prise en compte de ce service ne doit pas être négligée dans un contexte où l'augmentation de la population nécessite d'accroître en parallèle les capacités d'épuration des installations (STEP, lagunage, etc.). L'étude de ce service reste donc qualitative.

Service de purification de la qualité de l'air

Les méthodes de quantification et de monétarisation les plus robustes de ce service se basent sur une estimation de la quantité de poussières et contaminants capturés par chaque arbre (Beauchamp E.M. *et al*, 1995, Biotope & Ecowhat, 2011 et Dwyer J.F. *et al*., 1992). Ces méthodes nécessitent donc la connaissance du nombre d'arbres présents sur l'aire d'étude. Cette donnée n'ayant pu être acquise dans le cadre de cette étude[69], l'étude de ce service reste donc qualitative.

Service de régulation du climat global

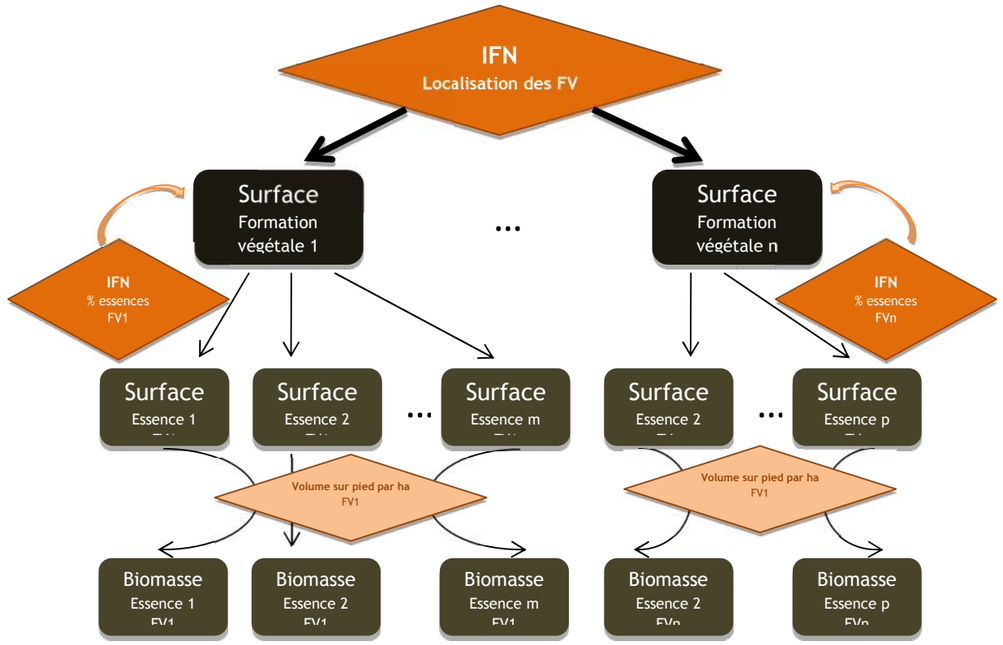
La quantification du service de régulation du climat global porté par les espaces boisés est basée sur une estimation du stockage de carbone assuré par ces milieux.

La quantification de ce service demande plusieurs étapes :

1. Estimation de la surface puis de la biomasse sur pied des milieux boisés par essence et par type de formations végétales : ces estimations sont réalisées sur la base de la localisation des différents types de formations végétales (données disponibles sur le portail cartographique de l'IFN), de la connaissance de la proportion des essences au sein de chaque formation végétale (FV) et de la connaissance du volume sur pied par hectare et par type de formation végétale (données départementales issues des inventaires forestiers départementaux réalisés par l'IFN) :

$$Biomasse\ sur\ pied_{Essence\ i,\ FV\ j} = Surface\ boisée_{Essence\ i} * Volume\ sur\ pied\ par\ hectare_{FV\ j}$$

[67] *Par souci de concision, l'intitulé milieux (semi)naturels sera utilisé dans le reste du document.*
[68] *A l'échelle de la Ligne Rouge Ouest et comme précisé dans le paragraphe précédent, la correspondance entre milieu et service est systématiquement détaillée.*
[69] *Les données SIG « Ecoline » produites par l'IAU-IDF et Natureparif contiennent cette information à une échelle très précise (1/1 000e) mais couvrent principalement la grande couronne et ne recoupe quasiment pas la Ligne Rouge Ouest.*



Légende : se référer à la figure précédente. **IFN** **FV**

Quantification de la biomasse fournie par les espaces boisés pour le service de régulation du climat global au sein de la Ligne 15 Ouest

- Calcul de la biomasse sur pied par essence :

$$Biomasse\ sur\ pied_{Essence\ i} = \sum_{FV\ j} Biomasse\ sur\ pied_{Essence\ i,FV\ j}$$

- Estimation du nombre de tonnes de bois des milieux boisés :

$$Nombre\ de\ tonnes\ de\ bois = \sum_{Espèce\ i} Biomasse_{Espèce\ i} * Densité_{Espèce\ i} * 1{,}28$$

Le coefficient multiplicateur de 1,28 correspond à un facteur d'expansion des racines pour les feuillus (J-L. DUPOUEY, 2006).

- Estimation du nombre de tonnes de carbone grâce à la connaissance de la concentration en carbone d'un arbre : 47,5% (J-L. DUPOUEY, *2006*);

- Estimation du nombre de tonnes de CO_2 séquestrées, sachant qu'une tonne de carbone correspond à 3,7 tonnes de CO_2[70].

[70] *1 mole de CO_2 = 44 g et 1 mole de C = 12g. Une tonne de C stockée équivaut donc à environ 3,7 tonnes de CO_2 stockées.*

Certains milieux arborés du fuseau d'étude ne sont pas compris dans les données issues de l'IFN (parcs urbains de petites tailles notamment). Ils participent pourtant au service de régulation du climat global et représentent une superficie non négligeable. Néanmoins, leur analyse ne peut suivre le schéma précédent. Dans ces conditions, la méthode du transfert de valeur est utilisée pour ces milieux : la quantité de CO_2 séquestrée (t/ha) déterminée sur les milieux renseignés par l'IFN est appliquée à la surface des milieux qui ne le sont pas. Cette surface est par ailleurs pondérée par un taux de recouvrement du sol de 30 %[71].

Service de régulation du climat local

Les espaces verts ont un impact sur le microclimat en réduisant la vitesse du vent en hiver et en produisant de l'ombre l'été. Proches des habitations, ils permettent ainsi de diminuer la consommation d'énergie pour le chauffage et la climatisation. Selon une étude réalisée par McPherson et Simpson (2003), les espaces verts constituent un brise-vent qui permet des économies de chauffage potentielles de 10 à 12 %. Par ailleurs, Heisler (1986) évalue une diminution des coûts liés à la climatisation de 20 à 50 % grâce à la présence d'arbres à proximité des habitations. Néanmoins, dans le cadre de cette étude, les données nécessaires à la quantification de ce service n'ont pu être acquises et l'étude de ce service restera qualitative.

9.2.9.8 Services socioculturels et quantification

Services socioculturels rendus par les parcs et les milieux boisés

La quantification des services socioculturels est habituellement approchée par des données de fréquentation (nombre de visiteurs/an) dans les parcs et espaces boisés, données disponibles lorsque des études spécifiques ont été réalisées. Néanmoins, les données de fréquentation ne sont pas disponibles pour l'ensemble des parcs et espaces boisés du fuseau d'étude.

Pour pallier à ce manque de données, la quantification a été approchée par un autre indicateur : celui de la densité d'espace vert par habitant. Il permet d'évaluer l'offre en espaces verts disponible par habitant au sein d'une commune. La circulaire ministérielle du 8 février 1973, qui fixe les objectifs et les moyens réglementaires et fonciers dans la mise en œuvre d'une politique d'espaces verts en Ile-de-France, les définit comme des « *équipements d'intérêt public* ». Elle préconise une densité d'espaces verts de 10m²/hab en zone centrale et de 25m²/hab en zone périurbaine. Ces objectifs sont aujourd'hui préconisés par l'OMS et correspondent à des valeurs de référence dans la présente étude.

Les superficies d'espaces verts dans les communes concernées par le projet sont extraites à partir du MOS 47 postes[72] (2008) et ont été calculées avant-projet (valeur de référence), pendant (prise en compte de la diminution de superficie en espaces verts par les emprises chantiers) et après projet (prise en compte de la diminution de superficie en espaces verts par les emprises permanentes). Le nombre d'habitants des différentes communes a été extrait du recensement de la population de 2011 (selon les limites territoriales au 1er janvier 2013) réalisé par l'INSEE. La densité d'espaces verts (EV) par habitant a été déduite de ces deux données :

$$Densité\ d'EV_{Commune\ i} = \frac{Superficie\ EV_{Commune\ i}}{Nombre\ habitants_{Commune\ i,2009}}$$

9.2.9.9 Limites de la méthode

Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet sont assortis d'un certain nombre de limites et incertitudes. Du fait de l'ampleur spatiale du projet, du manque de données chiffrées sur le territoire d'étude et de la fragilité actuelle des connaissances sur la dynamique des écosystèmes et

[71] *Coefficient arbitrairement choisi par photo-interprétation.*

[72] *Les espaces verts considérés dans l'étude correspondent aux postes « Bois ou forêt » et « Parcs ou jardins » du MOS 47 postes.*

de leur relation avec les services rendus, la quantification de certains services reste délicate. Un indicateur surfacique (superficie des milieux impactés) a donc été utilisé pour évaluer l'impact potentiel du projet du Grand Paris sur les services écosystémiques. Cette méthode assume un poids similaire entre services et sous-entend une relation linéaire entre la superficie d'un milieu et les enjeux associés aux services qu'il rend.

Concernant la quantification des **services socioculturels liés aux parcs urbains et espaces boisés** *via* l'indicateur de densité d'espaces verts par habitant, les projets d'aménagement d'espaces verts en cours ou à venir (notamment la création d'espaces verts aux abords des gares liées au projet de métro du Grand Paris) n'ont pas été pris en compte dans cette analyse. Par ailleurs, la densité en espaces verts par habitant, calculée sur la base de la population de 2011 et de la superficie en EV de 2008 est basée sur l'hypothèse qu'il n'y a eu aucune variation significative en 3 an.

9.2.9.10 Limites liées à la méthode de travail

Etude des continuités écologiques

L'étude des continuités écologiques a reposé sur l'analyse réalisée dans le cadre de l'ESE. Une partie du travail d'analyse de la situation initiale a consisté en une identification des continuités écologiques du territoire d'étude, à l'aide d'une méthodologie de travail basée sur l'utilisation du MOS73 2008 et de l'ECOMOS 2000. Ce travail a été mis en perspective avec les réservoirs de biodiversité identifiés par la DRIEE et Natureparif ainsi que l'intégration du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE, documents de l'enquête publique disponibles en ligne).

Les corridors repérés n'ont par exemple, pas fait l'objet de vérification de terrain.

Impacts cumulés

Pour des raisons pratiques, la liste des projets étudiés pour cette analyse correspond à des projets considérés comme suffisamment avancés dans leurs études réglementaires et/ou autorisations de l'autorité environnementale.

A ce stade, l'analyse des projets potentiellement en interaction a permis de lister les impacts cumulés potentiels, mais l'évaluation précise des effets nécessiterait des études complémentaires à des stades de définition des projets plus précis.

Evaluation du niveau d'impact et du niveau d'enjeux

Compte tenu du niveau de précision du projet, une part de subjectivité réside dans les évaluations du niveau d'impact. L'utilisation de critères quantitatifs tels que le nombre et les types de zonage, les espèces en présence et leur statut pour les enjeux ou les surfaces impactées permettent de limiter cet effet.

Effets visuels des ouvrages permanents

A ce stade de l'étude, les projets urbains des gares ainsi que les émergences éventuelles des ouvrages annexes sont en cours de définition. Aussi, il n'a pas été possible d'évaluer avec précision les effets visuels sur les monuments historiques à proximité. Une analyse est proposée et des recommandations sont formulées.

[73] *Mode d'Occupation des Sols (IAURIF)*

9.2.10 Population, emplois et occupation du sol

9.2.10.1 Méthodologie

Les hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi en situation avec projet et sans projet (situation « référence »), ont été définies par le maître d'ouvrage en concertation avec les organismes régionaux responsables en la matière. Elles sont identiques à celles utilisées pour alimenter l'évaluation socio-économique du projet, qui figure dans la pièce H du présent dossier d'enquête publique.

Pour évaluer les besoins en surface nécessaires à l'accueil des populations nouvelles, les ratios suivants ont été utilisés de manière uniforme sur l'ensemble du territoire d'étude :

- 20m²SHON/emploi ;
- 30m²SHON/habitant.

Ces ratios définissent respectivement la surface moyenne attribuée par emploi et par habitant, exprimée ici en mètres carrés de Surface Hors Œuvre Nette (SHON).

Pour le logement, le ratio retenu se base notamment sur la moyenne des tendances annuelles d'évolution (croissante) entre 2005 et 2030 de la surface habitable par personne estimées par l'IAURIF[74]. En supposant une moyenne de 2.3 personnes par logement[75], cela revient à considérer une surface moyenne de 70m² SHON par logement.

Pour l'emploi, les surfaces moyennes par employé varient fortement selon le secteur d'activité concerné et il est très difficile d'estimer, d'ici à l'horizon du projet, l'évolution de cette surface moyenne. Ce, d'autant plus que les hypothèses d'évolution de l'emploi fournies par le Maître d'Ouvrage ne distinguent pas ces différentes catégories socioprofessionnelles. Dès lors, par souci de précaution, il a été jugé utile d'augmenter le ratio qui avait été utilisé lors de l'évaluation stratégique environnementale (à savoir 12m²SHON/emploi) et de le porter à 20m²SHON/emploi.

En multipliant ces ratios par les estimations d'évolution de la population et de l'emploi, il a été possible d'évaluer les surfaces supplémentaires nécessaires pour accueillir ces populations et ces emplois.

Il faut bien distinguer les notions de « surfaces hors œuvre nettes (SHON) », qui désigne les surfaces de plancher à construire des « surfaces au sol » nécessaires à l'accueil des dites SHON : un besoin plus important en surfaces nouvelles ne signifie pas forcément une consommation supérieure d'espaces naturels et agricoles. Cette consommation sera également fonction de la densité utilisée pour la construction de ces surfaces et, donc, du coefficient d'occupation du sol utilisé.

Une fois les surfaces SHON déterminées, il faut donc se poser la question suivante : *de quelle manière ces surfaces supplémentaires peuvent-elles être créées selon le lieu et selon le scénario étudié.* La démarche suivie pour répondre à cet objectif s'appuie sur la définition d'un niveau d'augmentation potentielle du COS[76] actuel d'ici à l'horizon de projet, appelé « $\Delta COS_{2005\text{-}2030}$ ». Les

[74] *Source : Contraintes énergétiques et mutations urbaines. Cahier de l'IAURIF n°147, IAURIF, 2008*
[75] *Source : chiffre INSEE, 2008, pour la région Ile-de-France*
[76] *Le Coefficient d'Occupation du Sol (COS) détermine la quantité de construction admise sur une propriété foncière en fonction de sa superficie. Multiplié par la superficie du terrain, il donne la Surface Hors Œuvre Nette (SHON) constructible sur celui-ci.*

hypothèses de construction/densification qui en découlent ont été implémentées dans une boîte à outils basée sur l'utilisation d'un Système d'Information Géographique.

Concrètement, un $\Delta COS_{2005\text{-}2030}$ a été appliqué à chaque poste densifiable/urbanisable du MOS francilien actuel, pour chaque scénario, et différencié selon :

- la **nature du MOS** qui détermine les caractéristiques architecturales ou urbaines de l'entité et, donc, sa capacité de densification[77]

- la **localisation par rapport à un arrêt de transport en commun** (critère utilisé uniquement pour les scénarios projet) : futures gares du métro du Grand Paris Express, mais également les gares de métro, de RER, de Transilien et de Tramway dont l'accessibilité augmentera fortement grâce à la mise en œuvre du projet. Les critères croisés et pris en compte sont les suivants :

    - un critère qualitatif, qui représente la qualité de la desserte TC de l'arrêt concerné en termes de fréquence et de nombre de lignes le desservant : la *typologie de l'arrêt de transport en commun* ; soit A, B, ou C[78].

    - un critère plus quantitatif, qui fournit une information supplémentaire sur l'offre TC disponible à l'arrêt à l'horizon de projet : *le gain, en termes de temps de parcours en transport en commun à destination du reste de l'Île-de-France*, que la mise en œuvre du projet va permettre de créer à chaque arrêt comparativement à une situation sans projet (référence). Ce critère est ventilé en 3 catégories : 0 (gains considérés « négligeables »), 1 (gains d'accessibilité « moyens ») et 2 (« élevés »).

    - Les *périmètres d'influence*[79] de chaque arrêt : un « périmètre de référence » de 500 mètres (l'équivalent d'une zone d'accessibilité de 6 minutes à pieds) et un « périmètre rapproché » de 2 kilomètres (zone d'accessibilité en vélo).

L'application d'un $\Delta COS_{2005\text{-}2030}$ à chaque poste densifiable/urbanisable du MOS francilien actuel, prenant en compte la densité supplémentaires rendue possible grâce à la mise en œuvre d'une infrastructure de transport d'une envergure telle que celle du métro du Grand Paris Express, a permis d'obtenir une estimation des surfaces d'emprise au sol nécessaires pour accueillir les nouvelle populations et emplois d'ici à l'horizon de projet.

9.2.10.2 Limites

Les cadrages socio-démographiques utilisés ont été établis pour apprécier les effets prévisionnels du projet, tant à l'échelle globale de la région Ile-de-France qu'à celle du territoire desservi par le tronçon « Ligne 15 Ouest », en matière d'occupation du sol, mais aussi en matière de mobilité et de qualité de l'air. Ces hypothèses d'évolution démographiques n'ont donc pas vocation à être considérées comme des objectifs d'aménagement officiels. Elles ont été construites dans un objectif stratégique, afin d'alimenter l'exercice d'estimation des impacts du projet et les chaînes de modélisation des outils utilisés, et non directement prospectif. S'agissant plus particulièrement de l'occupation du sol, il est nécessaire de garder à l'esprit que le choix des hypothèses d'entrée peut avoir des conséquences significatives sur les résultats obtenus dans l'étude d'impact environnemental, qui devront en tout état de cause être confrontés aux politiques d'aménagement mises en œuvre par les collectivités locales.

Pour les mêmes raisons, le niveau de définition stratégique des projections utilisées en matière de population et d'emploi n'a pas permis une analyse fine des effets du projet sur la démographie et l'économie franciliennes (par exemple : effets sur les caractéristiques des ménages, les secteurs d'activités des emplois, etc.). Des éclairages complémentaires sur les incidences du projet en termes de localisation des emplois, de productivité des entreprises ou encore de bilan social et territorial sont toutefois apportés dans l'évaluation socio-économique figurant en pièce H du présent dossier.

Par ailleurs, l'ensemble de la démarche d'évaluation des impacts potentiels du projet sur l'occupation du sol s'appuie sur la construction de structures d'urbanisation permettant notamment de définir un niveau d'augmentation potentielle du COS d'ici à l'horizon de projet. Ce ΔCOS s'applique à chaque type de surface du mode d'occupation du sol actuel en fonction de différents critères (typologie, localisation, scénario étudié).

L'approche méthodologique utilisée est basée sur quatre points forts, dont trois qui possèdent des limites à souligner :

- L'évolution de la population et de l'emploi dans le périmètre étudié d'ici à l'horizon de projet : les hypothèses spécifiées par le définies par le maître d'ouvrage en concertation avec les organismes régionaux responsables en la matière ont été utilisées comme données d'entrée de l'exercice.

- La conversion des populations et des emplois nouveaux en besoins supplémentaires de surfaces à créer d'ici à l'horizon de projet : l'hypothèse conservatrice utilisée est que le phénomène de desserrement des ménages ne s'accentuerait pas d'ici à 2030 et, qu'également, chaque nouvel emploi en 2030 nécessiterait la même surface de plancher qu'en 2005. Ce sont des hypothèses discutables qui font que les gains obtenus en faveur du projet peuvent être sous-estimés.

- Les hypothèses d'application des ΔCOS sur le mode d'occupation du sol actuel. Pour tous les scénarios, il n'a pas été pris en compte :

    - les contraintes réglementaires qui existent à l'heure actuelle dans certaines zones et qui sont un frein à un processus plus ou moins intense d'urbanisation/de densification (exemple : espaces naturels protégés, forêts de protection, sites classés, zones d'inconstructibilité, etc.) ;

    - l'évolution du prix du foncier qui va largement conditionner le choix d'implantation des ménages et des emplois ;

    - les démarches locales d'aménagement du territoire visant à favoriser de fortes densités dans la construction nouvelles et/ou une accentuation du rythme de renouvellement du bâti existant (ZAC, par exemple).

[77] *Voir, à ce sujet, le rapport de phase 2 de l'évaluation stratégique environnementale du projet de métro automatique du Grand Paris, page 280 (Société du Grand Paris, 2010)*

[78] *Les gares de type A sont les gares les mieux desservies ; celles de type C sont les gares les moins bien dotées au niveau fréquence et nombre de lignes. Les gares de type B se situent naturellement entre les deux précédentes.*

[79] *Source : potentiel de densification autour des pôles et des axes de transport en commun, Rapport final, DREIF, 2007 : http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Introduction_cle72afd1.pdf*

9.2.11 Mobilité

9.2.11.1 Méthodologie

L'approche méthodologique choisie est basée sur l'estimation de l'évolution du trafic routier et de la fréquentation des transports publics en 2027 (horizon de mise en service totale du tronçon « Ligne 15 Ouest ») et en 2030 (horizon cible de mise en service du réseau global).

Les impacts du projet sur la mobilité et l'accessibilité sont quantifiés à l'aide du modèle de transport MODUS de la DRIEA qui utilise comme entrées des données comportementales issues en grande partie de l'Enquête Globale de Transport, et qui fournit comme résultats les variations d'accessibilité dans la zone d'étude, les distributions des déplacements dans l'espace, leur part modale et la fréquentation des réseaux. Les modèles de prévisions de trafic fournissent de nombreux indicateurs qui permettent de comprendre et de localiser les évolutions des comportements de mobilité : dans quelle mesure le métro automatique va-t-il concurrencer la route et quelle sera la nouvelle part modale des différents modes de transport ? Quels seront les gains de temps des voyageurs de transport public ? Quels seront les impacts sur la congestion du réseau routier et TC ?

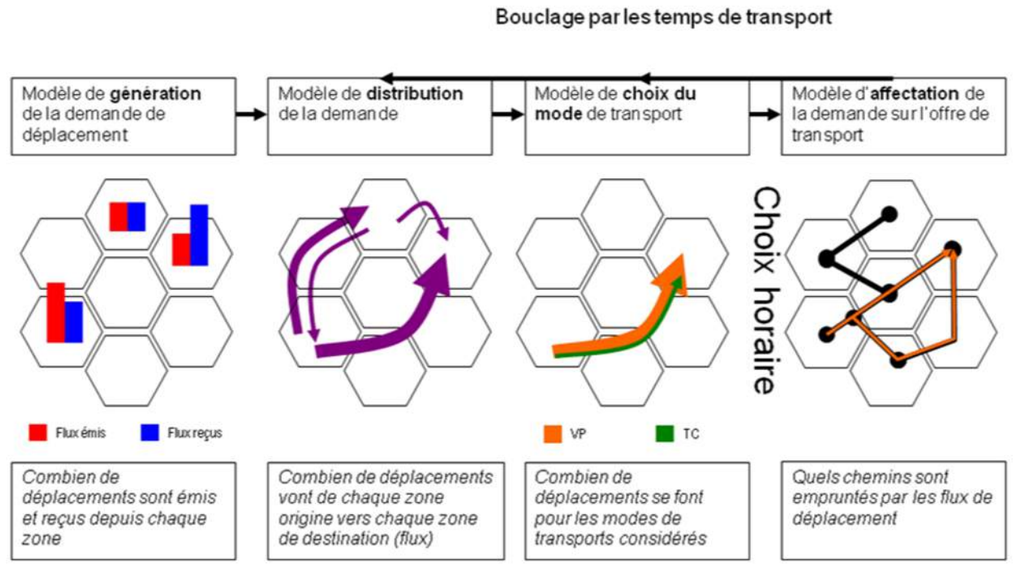
Les éléments qui suivent décrivent le schéma de modélisation qui explicite la manière dont les modèles interagissent et précise les types de données d'entrée et de sortie.

<u>Schéma de modélisation</u>

Le processus de modélisation permettant d'évaluer les impacts du projet sur la mobilité dans le modèle MODUS est décrit et schématisé ci-après.

MODUS est le modèle multimodal régional de déplacements de la DRIEA. Ce modèle multimodal a été construit pour reproduire la situation actuelle de la mobilité en Ile-de-France selon les trois modes de déplacements (transports en commun, voiture particulière et modes doux), à partir des données recueillies par l'Enquête Globale Transport[80]. Des lois de comportements de mobilité sont ainsi dégagées et permettent de faire des projections dans le futur pour d'autres configurations d'hypothèses de population et d'emplois, de système de transport ou de politiques publiques.

Comme tout modèle de déplacements, MODUS produit des indicateurs descriptifs de la mobilité et de son évolution, à partir de données de cadrage décrivant la situation à étudier. MODUS étant un modèle régional multimodal, ses données d'entrée et de sortie caractérisent le fonctionnement du système de transport à l'échelle de l'Ile-de-France, selon les divers modes et réseaux (route et TC notamment).



Chaîne de modélisation utilisée (Source : DRIEA)

<u>Structure du modèle</u>

Le fonctionnement de MODUS s'appuie sur une description « séquentielle » des déplacements, conçus comme une succession d'arbitrages opérés par les usagers (les Franciliens en l'occurrence) entre différentes options[81]. La séquence utilisée est décrite ci-après. Elle est ici illustrée dans le cas des déplacements domicile-travail à l'heure de pointe du matin. Une description du même ordre pourrait être faite pour un autre motif de déplacement ou une autre période. Dans les faits, MODUS travaille à l'heure de pointe du matin et du soir, motif par motif – chaque motif donnant lieu à l'utilisation de données d'entrée spécifiques.

- <u>Le fait de se déplacer ou pas (étape dite de « génération ») :</u> Ainsi, seule une partie des actifs va effectivement réaliser un déplacement domicile-travail à l'heure de pointe de matin (les autres étant en congé, ou travaillant en horaire décalé…). Cette étape aboutit au nombre de déplacements ayant lieu en Ile-de-France sur la période considérée.

- <u>Le choix de la destination (étape dite de « distribution ») :</u> Dans le cas du déplacement domicile-travail, ce choix est conditionné par la géographie des emplois et leur accessibilité au sens large (le voyageur arbitre entre les opportunités selon le temps de parcours, le coût...) : par exemple, depuis la Seine-Saint-Denis, vaut-il mieux aller travailler à La Défense ou à la Plaine Saint-Denis, la première offrant plus d'opportunités, mais étant a priori moins accessible que la seconde ? Cette étape aboutit à la répartition par origine-destination (couple « OD ») du volume de déplacements issu de l'étape précédente de génération : à chaque OD est désormais attaché un nombre de déplacements.

[80] *L'EGT (Enquête Globale Transport) est l'enquête ménages déplacements réalisée en Ile-de-France à intervalle régulier depuis plus de trente ans (1976, 1983, 1991, 2001). Les résultats de l'EGT 2010 (produits fin 2012) sont en cours d'intégration dans le modèle de déplacements MODUS.*

[81] *Ce type de modèle – appelé « modèle à 4 étapes » – est le plus utilisé, car le plus adapté, pour les travaux de prospective et de dimensionnement des infrastructures de transports.*

- Le choix du mode (étape dite de « choix modal ») : Le voyageur arbitre entre les différents modes lui permettant de rejoindre son lieu de destination, et compare pour cela l'efficacité des alternatives qui s'offrent à lui (temps, coût…) : pour aller à La Défense, vaut-il mieux emprunter les transports en commun ou prendre sa voiture ? La réponse dépendra évidemment du lieu de domicile du voyageur. Cette étape aboutit au nombre de déplacements par mode pour chaque OD.

- Le choix du chemin (étape dite d'« affectation ») : Le voyageur arbitre entre les différents parcours possibles pour rejoindre sa destination dans le mode choisi précédemment, en comparant à nouveau l'efficacité de ces derniers : pour aller à La Défense en TC depuis Paris, vaut-il mieux prendre le RER A ou la ligne 1 du métro? Cette étape aboutit à l'obtention de réseaux de transport « chargés » : le nombre d'usagers de chaque tronçon routier et service TC est désormais connu.

Dans le cadre de la présente étude d'impact, ces résultats ont ensuite été utilisés pour les modèles de calcul des émissions et concentrations de polluant, et des émissions de bruit**.** Le modèle fournit des statistiques indicatrices de la fréquentation : réseaux chargés avec des données de charge par mode, de flux par arc des réseaux, de vitesse, de distance.

Pour le modèle d'émission, il est essentiel que les informations de fréquentation par arc soient détaillées par catégorie de véhicule (carburant, typologie d'émission EU). Cette étape de désagrégation par catégorie de véhicule est réalisée à la suite des modèles d'affectation sur les réseaux.

Données d'entrée et de sortie des modèles

Les données d'entrées nécessaires au fonctionnement de MODUS sont :

- Le volume et la géographie de la population et des emplois en Ile-de-France, caractérisant l'évolution socio-démographique et économique de la région ;

- La description des caractéristiques de l'offre de transports, routière et TC : géographie (tracés), temps de parcours, fréquence, capacité…

A partir de ces données d'entrée, MODUS met en œuvre les lois caractérisant le comportement de mobilité des Franciliens, notamment pour décrire les processus d'arbitrage selon le coût au sens large (temps, prix…) des différentes options : choix de destination, de modes, d'itinéraires…

Les indicateurs en sortie de MODUS portent sur :

- Les caractéristiques générales des déplacements dans la situation étudiée : volume, répartition entre modes, géographie des déplacements, caractéristiques générales moyennes (portée, temps…) ;

- Le trafic (selon les itinéraires routiers et les lignes TC) et le niveau de service associé (temps de parcours, vitesse, niveau de congestion…).

Capacités et limites du modèle

Dans le cadre de son processus de calibrage, afin de s'assurer de sa cohérence et de sa robustesse, MODUS a été appliqué à une situation existante, dont les caractéristiques de mobilité sont connues grâce à l'enquête sur les déplacements des Franciliens, l'EGT. Il en a bien reproduit les principaux déterminants (nombre de déplacements, répartition modale, portée et temps de parcours…), ce qui a permis de valider sa pertinence.

Dans ce contexte, l'utilisation de MODUS sur une situation d'étude permet de mesurer l'impact des projets et politiques envisagés, à chacune des étapes présentées précédemment :

- Evolution du volume de déplacements *:* par exemple, la croissance de la population et des emplois conduit à une augmentation mécanique du nombre de déplacements[82] ;

- Evolution de la géographie des déplacements *:* par exemple, rapprocher populations et emplois peut se traduire dans le modèle par une baisse de la portée des déplacements et des temps de parcours ;

- Report modal *:* par exemple, l'amélioration de la compétitivité des transports collectifs par rapport à la route conduit à une évolution à la hausse de leur part modale ;

- Evolution du trafic des lignes *:* par exemple, de nouvelles lignes TC seront utilisées par des usagers existants (qui changent d'itinéraires), reportés (venant de la voiture) ou totalement nouveaux (ayant changé d'OD ou correspondant à la croissance démographique) ; l'impact sur les autres lignes TC et la route pourra aussi être mesuré.

Toutefois, MODUS est aussi limité de facto sur certains points, de par sa constitution même :

- Les lois comportementales ont été déterminées et validées par comparaison avec les EGT, en supposant une stabilité dans le temps de ces comportements. De fait, le modèle est mal adapté pour prendre en compte les phénomènes de rupture, tels que les changements de comportements liés aux préoccupations environnementales ou à une hausse durable du coût du pétrole[83].

- La complexité du fonctionnement du système de transports est telle en Ile-de-France qu'en évaluer précisément toutes les caractéristiques est une gageure. La question de la saturation des réseaux, autant routiers que TC, peut ainsi être citée puisqu'il est difficile, voire impossible, de transcrire complètement dans les modèles actuels.

- Les déplacements des non Franciliens sont ajoutés de manière exogène, sur les principales portes d'entrée de l'Ile-de-France : corridors autoroutiers, aéroports, gares. La description du comportement de certains d'entre eux reste par ailleurs malaisée (cas des touristes en particulier).

Hypothèses d'usage du sol et de demande de transport

[82] Les précédentes EGT montraient une stabilité de la mobilité individuelle (3,5 déplacements par personne et par jour), bien reproduite par le modèle. L'évolution du nombre de déplacements est donc à relier directement à l'évolution socio-démographique. Des travaux sont à mener pour intégrer les données de l'EGT 2010, indiquant une hausse sensible de la mobilité individuelle, mais qui s'explique en partie par un changement méthodologique.

[83] Sur ce point, la difficulté réside dans l'absence d'observations et de corpus scientifique. Ainsi, quel impact une hausse durable du prix du pétrole aurait-elle sur la mobilité francilienne : un report vers les TC, une baisse de vitesse sur le réseau routier, une baisse globale de la mobilité, un changement dans les arbitrages au sein du budget logement-transports… ? Plus vraisemblablement, une combinaison de plusieurs impacts, mais dans une consistance et des proportions difficiles à définir, et plus encore à décrire dans un modèle de déplacements.

Les hypothèses d'occupation du sol prises en compte dans les modèles pour l'analyse de la mobilité et de l'accessibilité ont été définies au niveau communal par le maître d'ouvrage.

Il s'agit de projections, aux horizons futurs considérés, des plans et projets de développement pour la région Ile-de-France, intégrant le Grand Paris.

L'occupation du sol dans le scénario avec projet prend donc en compte les effets du futur métro automatique sur le développement urbain, la localisation des ménages et des activités.

Le modèle prend en compte des hypothèses de densification sur les pôles de développement à un niveau de précision de l'ordre de la commune[84].

9.2.11.2 Limites

- Les analyses du volet dépendent fortement du modèle de transport. Ce dernier s'appuie sur les hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi entre 2005 et l'horizon de projet. Les limites de ces hypothèses, détaillées dans le chapitre dédié, sont à prendre en considération.

- Echelle des gares : le modèle de trafic à l'échelle macroscopique ne permet pas de modéliser avec précision les flux automobiles aux abords des gares à un horizon futur marqué par des évolutions très fortes de la fréquentation des gares et une certaine incertitude sur les parts modales du rabattement. Une évaluation a donc été réalisée hors modèle sur base d'une typologie de rabattement.

- La modélisation ne permet pas de tester très précisément la variable « disponibilité du stationnement » qui est pourtant un facteur déterminant pour le choix du mode de transport de rabattement vers les gares. Il peut également contribuer à modifier la répartition de la fréquentation entre gares proches. Des réflexions sont en cours pour mieux intégrer les contraintes liées au stationnement dans les outils de prévisions du trafic.

- La taille du chantier va générer un charroi exceptionnel pour amener et évacuer les milliers de tonnes de matériaux nécessaires et à l'inverse, approvisionner les matériaux et composants des structures et aménagements nouveaux. Il importe de minimiser l'usage du mode route au profit d'abord de la voie d'eau puis du rail, mais cela ne sera pas possible partout. Pour optimiser le transport par route, il est capital de connaître les origines et destinations des matériaux pour estimer les flux engendrés et tester les itinéraires les moins pénalisants pour la circulation. Ce travail conséquent s'inscrira dans la continuité du cadre posé par le Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais, annexé à la présente étude d'impact (pièce G4-1).

9.2.12 Risques technologies

Ces risques ont été pris en compte à part des documents et zonages officiels fournis par la DRIEE et/ou téléchargés.

Les Plans de Prévention des Risques approuvés et rendus publics ont été pris en compte et les éléments graphiques utilisés en rapport avec l'étude.

[84] *Le modèle ne simule pas l'impact du métro automatique sur la relocalisation des activités. En effet, ce type de simulation « Land use » est complexe à mettre en œuvre et ne rentre pas dans les délais de cette étude.*

9.2.13 Énergie et gaz à effet de serre

9.2.13.1 Rappel méthodologique

L'impact du Grand Paris Express sur les consommations énergétiques a été évalué en comparant les besoins énergétiques du métro en fonctionnement et les besoins énergétiques des autres modes de transport, principalement le transport routier.

Les besoins nécessaires au fonctionnement du métro sont ceux de l'énergie de traction, de l'électricité utilisée dans les gares (éclairage, panneaux d'informations…) et les centres de maintenances et de l'énergie utilisée pour chauffer certains de ces locaux.

Les gains, quant à eux, proviennent essentiellement de la circulation routière. Deux principaux effets peuvent être distingués : 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 consommations réalisés grâce à une augmentation de la vitesse moyenne de circulation sur le réseau routier due à une diminution de la congestion.

La méthodologie adoptée pour l'évaluation de l'impact sur les émissions de gaz à effet de serre a quant-à-elle été développée afin d'obtenir la meilleure vue d'ensemble possible. A cet effet, un travail important a été réalisé dans le cadre d'une étude préalable à l'étude d'impact afin d'élaborer l'outil de calcul CarbOptimum®. Cet outil permet de prendre en compte l'ensemble des postes d'émissions liés au projet que ce soit lors de la conception, de la construction ou du fonctionnement de l'infrastructure.

La méthode de calcul est classique et consiste à calculer les émissions de gaz à effet de serre sur base des données d'activité grâce à des facteurs d'émissions. Les facteurs d'émissions sont issus de différentes sources internationales. Certains facteurs d'émissions ont également été calculés ou adaptés pour correspondre le mieux possible à la situation réelle de l'Ile-de-France.

9.2.13.2 Limites de la méthodologie et difficultés rencontrées

La méthodologie adoptée pour calculer les consommations énergétiques nécessaires au fonctionnement de l'infrastructure est une approche simplifiée permettant d'évaluer les besoins sur base de données générales disponibles à ce stade de définition du projet. La consommation exacte dépendra en effet de nombreux choix techniques notamment au niveau de la traction des métros et de l'isolation des bâtiments. Cette approche permet de quantifier globalement la consommation énergétique et d'identifier les postes les plus importants. Elle permet également de comparer ces consommations avec les gains attendus au niveau du trafic routier.

Concernant l'évaluation de la consommation du trafic routier, les principales limites évoquées précédemment dans le cadre de l'impact sur la qualité de l'air sont également de mise. Ces limites concernent donc la modélisation du trafic, la définition du parc automobile et l'incertitude concernant les progrès technologiques.

Cependant, une démarche conservatrice, particulièrement en ce qui concerne les consommations énergétiques nécessaires au fonctionnement de l'infrastructure, a permis de renforcer les conclusions de l'analyse. Les gains réalisés annuellement devraient donc être à minima ceux présentés dans l'analyse des impacts tandis que certains choix futurs devraient permettre d'augmenter ces gains.

Concernant le bilan d'émissions de gaz à effet de serre, il y a deux principaux types de limites à la méthodologie utilisée.

D'une part, les facteurs d''émissions comportent tous un certain taux d'incertitude. Les flux de gaz à effet de serre sont multiples et complexes. Lors de la construction, ils correspondent par exemple aux consommations énergétiques nécessaires aux chantiers, mais aussi aux déplacements des ouvriers ainsi qu'aux consommations énergétiques nécessaires à la fabrication et au transport des matériaux. Leur définition est donc un exercice complexe qui mérite une attention particulière. C'est dans cette optique que l'outil CarbOptimum® a été développé. La comparaison de différentes sources internationales a permis de réduire le taux d'incertitude des facteurs d'émissions au maximum. Il reste néanmoins important de noter qu'un facteur d'émissions correspond plus à un ordre de grandeur qu'à une quantification exacte des flux de gaz à effet de serre.

D'autre part, le calcul des émissions est basé sur les données d'activité qui peuvent être plus ou moins précises. Le calculateur a été développé afin de pouvoir s'adapter aux différents niveaux de précision des données d'entrée et a donc permis de s'adapter aux données disponibles à ce stade de l'étude. De plus, le calculateur est un outil intégré qui permet de visualiser rapidement l'impact d'une variation des données d'entrée sur le résultat final. Ainsi, il a été possible de tester un grand nombre de possibilités afin d'identifier les paramètres les plus influents.

De manière générale, que ce soit dans la définition des facteurs d'émissions que dans le calcul des émissions, une approche conservatrice a été adoptée. Malgré cela, l'analyse des impacts a montré le potentiel important de l'infrastructure à réduire les émissions de gaz à effet de serre, particulièrement au niveau du développement territorial. Cette approche a donc permis d'identifier les véritables enjeux d'un tel projet vis-à-vis des émissions de gaz à effet de serre malgré les limites inhérentes à un bilan des émissions.

9.2.14 Bruit et Vibrations

9.2.14.1 Bruit

L'analyse des impacts sonores du projet a principalement été réalisée de manière qualitative, sur base des documents et plans fournis par le maître d'ouvrage, des outils de géolocalisation, des études existantes relatives au bruit du métro et/ou des routes ainsi que des cartes de bruits réalisées en Région Ile de France et regroupées sur le site www.bruitparif.fr.

Compte tenu de l'ampleur du territoire, la méthode analytique utilisée pour l'évaluation des impacts sonores du projet sur le bruit routier s'appuie sur des formules simplifiées de prévision du bruit routier du guide du CERTU. La méthode simplifiée a été conçue dans le but de permettre à ses utilisateurs d'obtenir un ordre de grandeur du niveau sonore dû à la circulation routière de façon simple et rapide. Les résultats issus de son application sont donc grossiers (précision à +/- 5 dB(A) près), mais suffisamment précis pour une carte stratégique de cette ampleur et pour exprimer valablement un résultat différentiel (comparaison de deux états projetés).

Selon la norme NF S31-132[85], qui classe les méthodes par degré de pertinence et de précision, la méthodologie utilisée est de classe 1a ou 1b[86]. Les résultats obtenus constituent donc une approche acceptable pour ce type d'étude stratégique. Ils permettent en effet d'avoir un premier indice quantifié du bruit routier, significatif de la gêne perçue par les riverains du réseau routier. Des études d'impact plus complètes utilisant des outils de prévision plus précis, intégrant la prise en compte de la topographie et l'impact du bâti, devront cependant venir compléter cette analyse pour une bonne prise en compte locale de l'impact du projet sur les nuisances sonores routières.

[85] NF S 31-132, "Méthodes de prévision du bruit des infrastructures de transports terrestres en milieu extérieur", Décembre 1997. Cette norme définit des classes de méthodes à partir des fonctionnalités qu'elles présentent en ce qui concerne les éléments du site, les caractéristiques du trafic et les conditions de propagation du son

[86] A titre indicatif, le tableau A1 de la norme NF S31-132 récapitulant l'ensemble des hypothèses considérées et la classe correspondante est donné en annexe

Des évaluations quantitatives ont également été effectuées pour le bruit des puits de ventilation et pour le bruit du métro en insertion aérienne.

Il s'agit de résultats issus d'une modélisation 3D simplifiée réalisée grâce au logiciel Cadnaa, logiciel de calcul de propagation des ondes sonores dans l'environnement édité par DATAKUSTIK, sur base de la norme NMPB Fer pour ce qui concerne le bruit du métro et la norme ISO9613 pour le bruit des puits de ventilation. L'utilisation du logiciel Cadnaa permet d'obtenir des résultats très précis, mais compte tenu du stade du projet et de l'ampleur du territoire, les modélisations acoustiques ont été simplifiées et ne tiennent pas compte de la topographie ni de la présence d'obstacles comme les bâtiments.

Les résultats obtenus constituent donc un ordre de grandeur permettant néanmoins d'avoir des premiers indices quantifiés du bruit des puits de ventilation comme du métro en aérien et d'ainsi d'en déduire les risques de gênes sonores grâce à leur localisation par rapport aux riverains.

En ce qui concerne les bruits des puits de ventilation, les sites de maintenance ou les équipements des gares, des mesures initiales sont nécessaires pour définir les objectifs en termes de niveaux de bruits particuliers à respecter.

C'est pourquoi lors de l'étude d'impact spécifique à chaque ouvrage il sera impératif de prévoir des mesures acoustiques complémentaires au droit des riverains les plus proches pour déterminer les niveaux sonores maximum à atteindre pour les équipements techniques de chaque ouvrage. Ceci est également valable pour la phase chantier.

9.2.14.2 Vibrations

Dans cette partie, seules les vibrations sont abordées. Les ondes sonores, éventuellement couplées, sont traitées dans le chapitre précédent.

L'analyse présentée ici repose sur une approche qualitative ayant pour but de définir :

- Des sections homogènes de tracé,
- La nécessité d'une modélisation des incidences du projet.

Les sections homogènes ont été caractérisées sur la base :

- Des critères du sous-sol : présence de carrières souterraines, présence de couches déformables,
- Des critères de bâtis : bâtis sur remblais, fondations profondes de bâtis,
- De la présence d'établissements sensibles.

L'impact a quant à lui été analysé sur la base de la distance entre le toit du tunnel et la surface du sol.

L'approche reste une approche préliminaire qui ne peut, à ce stade des connaissances et des paramètres vibratoires de l'infrastructure (à définir lors des modélisations), prendre en compte rigoureusement les critères géotechniques des couches géologiques ainsi que les potentiels phénomènes de résonnances :

- Entre générateur : Ligne 15 Ouest + RER + métro…

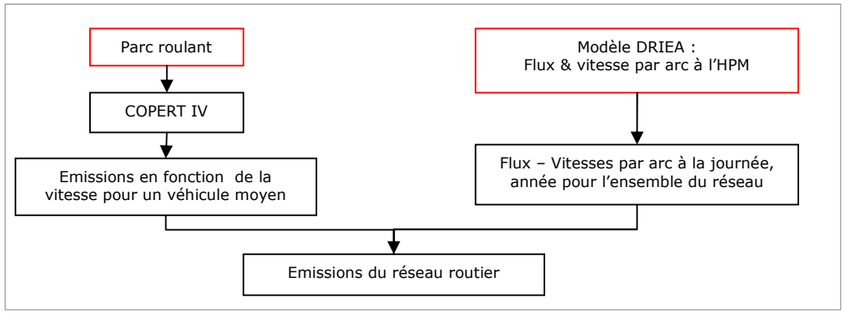
- Liés aux différentes transmissive des couches.

9.2.15 Santé

9.2.15.1 Rappel méthodologique

L'analyse des impacts du projet sur la qualité de l'air a nécessité plusieurs étapes de modélisation afin d'abord de passer des données de trafic routier à des émissions de polluants atmosphériques puis de passer de ces émissions à des concentrations moyennes annuelles et finalement de calculer l'exposition de la population à ces concentrations.

Les données d'entrée nécessaires à cette modélisation étaient principalement le parc roulant à l'horizon d'étude et les données de trafic en situation de référence et en situation de projet. Le modèle COPERT IV permet alors de calculer les émissions sur chaque arc du réseau de transport. Les étapes de modélisation sont rappelées dans la figure ci-dessous :



Méthodologie schématique d'évaluation des émissions liées au réseau

Grâce à un modèle de dispersion des polluants, les concentrations moyennes annuelles ont ensuite pu être calculées sur l'ensemble du territoire de l'Ile-de-France. En croisant ces données avec les données de population, il a finalement été possible d'évaluer l'impact du projet sur l'exposition des Franciliens aux pollutions atmosphériques.

9.2.15.2 Limites de la méthodologie et difficultés rencontrées

Le processus de modélisation des émissions et concentrations de polluants atmosphériques et le modèle de transport sur lequel il repose se basent tous deux sur un grand nombre d'hypothèses notamment concernant la répartition de la population, le parc automobile, etc. Bien qu'un travail important ait été réalisé afin de définir ces hypothèses sur base des tendances futures les plus probables, il faut noter que certains changements imprévisibles pourraient amener ces hypothèses à varier, impliquant ainsi des modifications dans les résultats.

Un des principaux facteurs qui pourrait influencer les résultats de modélisation est celui de la composition du parc automobile. En effet, comme l'analyse des incidences l'a montré, l'évolution future du parc automobile devrait impliquer des changements radicaux dans les quantités de polluants atmosphériques émis. Ces changements correspondent pour certains polluants à une diminution de plus de 75% des émissions entre 2005 et l'horizon cible de mise en service complète du Grand Paris Express. L'absence de certitudes à long terme concernant les politiques dans ce domaine, a amené à constituer un parc automobile en cohérence avec les tendances observées ces dernières années. Ces tendances pourraient cependant évoluer dans le futur notamment en ce qui concerne le ratio essence/diesel et la proportion des véhicules électriques. Il est également difficile de prévoir si les évolutions technologiques futures permettront d'atteindre les objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques visés actuellement.

Un autre facteur très important concerne les données de trafic prévisionnel. Afin de prendre en compte les données disponibles les plus précises, l'étude s'est fondée sur les résultats du modèle MODUS de la DRIEA. Il existe cependant une certaine limite de précision en ce qui concerne les flux de trafic, mais aussi leur localisation spatiale. Le réseau routier est en effet en constante évolution et il va de soi que certains flux de trafic pourraient, à l'avenir, être déplacés sur de nouveaux axes. De même, la localisation des habitants évoluera inévitablement en particulier pour accepter les augmentations de population prévues à l'horizon cible. La répartition spatiale des augmentations ou diminutions de concentrations de polluants atmosphériques et de l'exposition des Franciliens pourrait donc varier légèrement.

Malgré ces incertitudes, le modèle s'est montré relativement robuste quant à l'évaluation de l'impact global du projet. Quels que soient les scénarios envisagés, le projet induit une amélioration de la qualité de l'air principalement de long des grands axes routiers. Cette amélioration reste cependant modeste particulièrement en comparaison avec les améliorations attendues grâce aux progrès technologiques et au renforcement des normes d'émissions.

En ce qui concerne l'évaluation de l'impact sur les accidents de la route, la limite principale réside dans la complexité du lien entre la quantité de trafic et le nombre d'accidents. Comme l'a montré l'analyse des statistiques d'accidents, les taux d'accidents et leur gravité dépendent notamment du type de route sur lesquelles les véhicules circulent.

Toutefois, l'amélioration des conditions de trafic induite par le projet permettra nécessairement une amélioration des conditions de stress des conducteurs. Elle permettra également la mise en place de dispositifs de sécurité supplémentaires permettant de réduire le nombre d'accidents. La mise en place de mesures d'accompagnent adéquates devrait donc conforter les résultats de l'analyse des impacts.

Société du Grand Paris
Immeuble « Le Cézanne »
30, avenue des Fruitiers
93200 Saint-Denis

www.societedugrandparis.fr