NOUVEAU GRAND PARIS

GRAND PARIS EXPRESS LE RÉSEAU DE TRANSPORT PUBLIC DU GRAND PARIS

Société du Grand Paris

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

DOSSIER D'ENQUÊTE PRÉALABLE À LA DÉCLARATION D'UTILITÉ PUBLIQUE

PIÈCE **G.2**

Étude d'impact

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

Sommaire

1 Rappel du contexte d'étude et des enjeux de l'état initial de l'environnement (rapport 1/3) 7

1.1 Objet du rapport 2/3 « Présentation du projet, des impacts et des mesures d'accompagnement » 9
1.2 Rappel des enjeux définis à l'issue de l'état initial de l'environnement (rapport 1/3) 10
1.2.1 Milieu physique – Sous-sol 10
1.2.2 Milieu physique superficiel 11
1.2.3 Milieu Naturel, agricole et Paysage 12
1.2.4 Milieu Humain 13
1.2.5 Qualité de l'air – Facteur 4 14
1.2.6 Synthèse des enjeux 15

2 Description du projet 17

2.1 Historique du Grand Paris Express 19
2.1.1 La genèse du projet 19
2.1.2 La loi relative au Grand Paris – 3 juin 2010 19
2.1.3 Schéma d'ensemble – Décret n°2011-1011 du 24 août 2011 20
2.1.4 Un projet soumis à longue concertation tout au long de son élaboration 20
2.1.5 Le Nouveau Grand Paris 23
2.2 Présentation du Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express 23
2.2.1 Le réseau de transport du Grand Paris Express 23
2.2.2 Un réseau de transport principalement souterrain 23
2.2.3 Les chiffres clés du réseau de transport du Grand Paris Express 24
2.2.4 La Ligne 14 du Nouveau Grand Paris 24
2.2.5 La Ligne 15 du Nouveau Grand Paris 24
2.2.6 La Ligne 16 du Nouveau Grand Paris 24
2.2.7 La Ligne 17 du Nouveau Grand Paris 24
2.2.8 La Ligne 18 du Nouveau Grand Paris 25
2.2.9 Le calendrier 25
2.3 Présentation du projet objet de la présente étude d'impact 25
2.3.1 Présentation du tracé de référence 25
2.3.2 Présentation des ouvrages 33
2.3.3 Les gares 34
2.3.4 Les sites industriels 40
2.3.5 Les puits de ventilation et d'accès secours 40
2.3.6 Les puits d'attaque et de sortie des tunneliers 41
2.3.7 Les ouvrages d'entonnement, de débranchement et de dévoiement 41
2.3.8 Les bases chantier 44
2.4 Déroulement de la phase chantier 45
2.4.1 Principes généraux 45
2.4.2 Sécurisation des zones de chantier 45
2.4.3 Maîtrise des conséquences des chantiers et dispositions mises en œuvre pour limiter les nuisances 45
2.4.4 Réalisation du tunnel 47
2.4.5 Réalisation des gares 49
2.5 Organisation de l'exploitation 53
2.5.1 Ligne 14 – Prolongement nord 53
2.5.2 Lignes 16 et 17 53

3 Présentation des principales solutions de substitution et raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu 57

3.1 Processus de choix du projet 59
3.1.1 Processus général 59
3.1.2 Implantation des ouvrages en souterrains 59
3.2 Analyse comparative des variantes de tracé 61
3.2.1 Section A : Noisy-Champs (gare hors projet) - Chelles 61
3.2.2 Section B : Chelles – Sevran-Livry 61
3.2.3 Section C : Sevran-Livry - Aulnay 62
3.2.4 Section D : Aulnay - Le Bourget RER 64
3.2.5 Section E : Le Bourget RER – Saint-Denis-Pleyel (Lignes 16/17 et 14) 66
3.2.6 Analyse des partis pris concernant la réalisation des gares et des puits annexes 66

4 Milieu physique et Sous-sol - Analyse impacts et des mesures d'accompagnement 69

4.1 Géologie et Géotechnique 71
4.1.1 Impacts et mesures en phase chantier ; prise en compte du risque géologique 71
4.1.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation ; prise en compte du risque géologique 81
4.1.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 81
4.1.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 82
4.2 Hydrogéologie 84
4.2.1 Impacts et mesures en phase chantier 84
4.2.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 103
4.2.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 104
4.2.4 Impacts cumulés 104
4.2.5 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 104
4.3 Occupation du sous-sol 113
4.3.1 Impacts et mesures en phase chantier 113
4.3.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation ; prise en compte des réseaux existants 123
4.3.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 124
4.3.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 125
4.4 Vibrations 128
4.4.1 Impacts et mesures en phase chantier 128
4.4.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 133
4.4.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement et de suivi 138
4.4.4 Impacts cumulés en phase chantier et en phase exploitation 139
4.4.5 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement et de suivi au niveau du projet 139
4.4.6 Synthèse à l'échelle du Grand Paris Express 140
4.5 Gestions des déblais et milieux pollués (sols et eaux) 141
4.5.1 Données sur la pollution du milieu souterrain 141
4.5.2 La gestion des déblais par la Société du Grand Paris : le Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais (SDED) 163
4.5.3 Impacts et mesures en phase chantier (sols et eaux souterraines) 164
4.5.4 Impacts et mesures en phase d'exploitation (sols et eaux souterraines) 169
4.5.5 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 170
4.5.6 Impacts cumulés 172
4.5.7 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 173
4.6 Synthèse à l'échelle du Grand Paris Express 176

5 Milieu physique Superficiel - Analyse des impacts et des mesures d'accompagnement 179

5.1 Hydrographie et risque d'inondation 181
5.1.1 Impacts et mesures en phase chantier 181
5.1.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 193
5.1.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 194
5.1.4 Impacts cumulés 195
5.1.5 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 196
5.1.6 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du Grand Paris Express 198
5.2 Relief et topographie 199
5.2.1 Impacts et mesures en phase chantier ; gestion des déblais excavés 199
5.2.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 200
5.2.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 200
5.2.4 Impacts cumulés 200
5.2.5 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 201
5.2.6 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement à l'échelle du Grand Paris Express 201
5.3 Climatologie 202
5.3.1 Impacts et mesures en phase chantier 202
5.3.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 202
5.3.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 202
5.3.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 202
5.4 Pédologie 203
5.4.1 Impacts et mesures en phase chantier 203
5.4.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 203
5.4.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 203
5.4.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 203
5.5 Synthèse à l'échelle du Grand Paris Express 204

6 Milieu Naturel et Paysager - Analyse des impacts et des mesures d'accompagnement 205

6.1 Faune-Flore-Milieux Naturels 207
6.1.1 Impacts et mesures en phase chantier 207
6.1.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 226
6.1.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 231
6.2 Services écosystémiques 233
6.2.1 Identification des services écosystémiques 233
6.2.2 Analyse des services rendus par la biodiversité au sein du fuseau d'étude 236
6.2.3 Services de régulation, impacts et quantification 242
6.2.4 Services socioculturels, impacts et quantification 242
6.2.5 Mesures en phases chantier et exploitation 245
6.2.6 Conclusion 245
6.3 Evaluation des incidences au titre de Natura 2000 – Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis » 246
6.3.1 Incidences envisageables en phase chantier 246
6.3.2 Mesures 248
6.3.3 Effets résiduels 248
6.3.4 Incidences envisageables en phase exploitation 249
6.3.5 Mesures en phase exploitation 254
6.3.6 Coûts des mesures proposées 254
6.4 Evaluation des incidences au titre de Natura 2000 – Zone Spéciale de Conservation « Bois de Vaires » 255
6.4.1 Incidences en phase chantier 255
6.4.2 Impacts en phase exploitation 255
6.4.3 Mesure de suivi 255
6.4.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 255
6.5 Milieu Agricole 255
6.5.1 Impacts et mesures en phase chantier 255
6.5.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 255
6.5.3 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 255
6.6 Patrimoine protégé 256
6.6.1 Impacts et mesures en phase chantier 256
6.6.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 260
6.6.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 262
6.6.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement prévus pour les sites protégés et monuments historiques 262
6.7 Grand paysage 263
6.7.1 Impacts et mesures en phase chantier 263
6.7.2 Impacts et mesures en phase exploitation 274
6.7.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 275
6.7.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 276
6.8 Patrimoine archéologique 277
6.8.1 Impacts et mesures en phase chantier 277
6.8.2 Impacts et mesures en phase exploitation 278
6.9 Synthèse à l'échelle du Grand Paris Express 278

7 Milieu Humain - Analyse des impacts et des mesures d'accompagnement 281

7.1 Mobilité 283
7.1.1 Impacts et mesures en phase chantier 283
7.1.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 284
7.1.3 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 293
7.1.4 Synthèse des impacts à l'échelle globale 293
7.2 Démographie, population, emplois et occupation des sols – Socio-économie 294
7.2.1 Introduction 294
7.2.2 Impacts et mesures en phase chantier 294
7.2.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation 295
7.2.4 Synthèse des impacts à l'échelle du projet 301
7.2.5 Synthèse des impacts à l'échelle du nouveau Grand Paris 301
7.3 Risques Technologiques 302
7.3.1 Impacts et mesures en phase chantier 302
7.3.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 304
7.3.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 305
7.3.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 306
7.4 Ondes électromagnétiques 307
7.4.1 Impacts et mesures en phase chantier 307
7.4.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation 308
7.4.3 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 310
7.5 Environnement sonore 311
7.5.1 Introduction 311
7.5.2 Impacts et mesures en phase chantier 311
7.5.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation 322
7.5.4 Coûts liés aux mesures d'accompagnement 332
7.5.5 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet 332
7.5.6 Synthèse des impacts à l'échelle du Grand Paris Express 351
7.6 L'énergie et les émissions de gaz à effet de serre 353
7.6.1 Energie 353

7.6.2 Emissions de gaz à effets de serre 358
7.6.3 Synthèse des impacts à l'échelle du projet 365
7.6.4 Synthèse des impacts à l'échelle du Grand Paris 366
7.7 Santé 367
7.7.1 Qualité de l'air 367
7.7.2 Environnement sonore 372
7.7.3 Sécurité routière 372
7.7.4 Synthèse des impacts 373
7.8 Synthèse à l'échelle du Grand Paris Express 373

8 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement mises en œuvre à l'échelle du projet 377

8.1 L'évitement des impacts dès les phases d'étude de conception 379
8.2 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement 380

9 Appréciation de la compatibilité du projet avec l'affectation des sols 383

9.1 Compatibilité du projet avec les outils de structuration de l'espace 385
9.1.1 Opération d'Intérêt National (OIN) 385
9.1.2 Contrat de Développement Territorial (CDT) 385
9.2 Compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme 385
9.2.1 Schéma Directeur de la Région Ile-de-France (SDRIF) 385
9.2.2 Schémas de Cohérence Territoriale ou Schémas Directeurs (SCoT ou SD) 385
9.2.3 Plans Locaux d'Urbanisme ou Plans d'Occupation des Sols (PLU/POS) 385
9.3 SDAGE du Bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers Normands et SAGE 388
9.3.1 Rappels des défis du SDAGE 388
9.3.2 Analyse de la compatibilité du projet 388
9.3.3 Conclusion sur la compatibilité du projet avec le SDAGE 391
9.3.4 Conclusion sur la compatibilité du projet avec les SAGE 391
9.4 Compatibilité du projet avec les plans et programmes relatifs à la gestion des déchets 391
9.4.1 Plan régional de prévention et de gestion des déchets de chantier (PREDEC) 391
9.4.2 Plan de gestion pour Paris et la Petite Couronne – Déchets du BTP 391

10 Analyse des coûts collectifs induits par le projet 393

10.1 Introduction 395
10.2 Coûts de la pollution atmosphérique 395
10.3 Coûts des accidents de la route 396
10.4 Coûts des émissions de gaz à effet de serre 397
10.5 Coûts des nuisances sonores 398
10.6 Coûts de périurbanisation éludables 398
10.7 Synthèse des coûts collectifs 401

11 Présentation des méthodes utilisées et description des difficultés rencontrées pour la réalisation de cette étude 403

11.1 Climat 405
11.2 Topographie 405
11.3 Pédologie 405
11.4 Géologie 405
11.5 Hydrogéologie 405
11.6 Eaux superficielles 408
11.7 Méthodes et limites de l'analyse du milieu naturel, agricole et paysage 408
11.8 Occupation du sous-sol et risques naturels et technologiques 417
11.9 Sols pollués 418
11.10 Population, emploi et occupation du sol 420
11.11 Urbanisme réglementaire 420
11.12 Mobilité 421
11.13 Air Energie Climat 423
11.14 Bruit et Vibrations 424
11.15 Santé 425

1 Rappel du contexte d’étude et des enjeux de l’état initial de l’environnement (rapport 1/3)

Le présent rapport constitue le deuxième volet de l'étude d'impact des tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis-Pleyel et Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis-Pleyel du Grand Paris Express.

A l'exception de l'état initial, objet du rapport 1/3, et du Résumé Non Technique, objet du rapport 3/3, le présent rapport comporte toutes les parties de l'étude d'impact prévues à l'article R122-5 du code de l'environnement.

1.1 Objet du rapport 2/3 « Présentation du projet, des impacts et des mesures d'accompagnement »

L'objet principal d'une étude d'impact est de faire **l'évaluation de l'incidence du projet sur l'environnement au sens général du terme à partir de la réalisation d'un état des lieux, ou état initial et de présenter les dispositions prises par le Maître d'ouvrage pour remédier aux incidences négatives éventuelles** (application de la démarche ERC – éviter, réduire, compenser - issue de la réforme des études d'impact entrée en vigueur le 1er juin 2012 : mesures d'évitement, de réduction et, en dernier recours, de compensation).

La description de l'état initial fait l'objet du rapport 1/3. **Le présent rapport 2/3 présente** :

Le projet retenu par le Maître d'ouvrage concernant les tronçons compris entre Noisy-Champs (gare exclue) et Saint-Denis-Pleyel (gare incluse) et Mairie de Saint-Ouen (gare exclue) et Saint-Denis Pleyel (gare exclue) ;

L'analyse des principales solutions de substitution examinées par le Maître d'ouvrage et les raisons pour lesquelles, eu égard aux effets sur l'environnement ou la santé humaine, le projet présenté a été retenu ;

L'évaluation des incidences, ou impacts ou effets, du projet : il s'agit de définir la nature de ces incidences, de les caractériser, de déterminer le caractère négatif ou positif et de les quantifier ;

L'analyse des effets cumulés : d'autres projets existent dans la zone prise en compte dans l'étude d'impact. Ces projets ont leurs impacts propres dont certains sont similaires à ceux du projet étudié. L'analyse consiste à envisager pour chaque thématique l'impact qu'aura la mise en œuvre de l'ensemble des projets pris en compte ;

L'analyse des mesures d'évitement, de réduction et de compensation aux effets résiduels que le maître d'ouvrage s'engage à mettre en œuvre lors des phases chantier et d'exploitation du projet.

La lecture du présent rapport 2/3 suppose la connaissance du rapport 1/3. Il est donc recommandé de disposer dudit rapport, afin de pouvoir se reporter à l'ensemble des éléments descriptifs du territoire et des cartographies associées.

Il est important de rappeler ici que le présent rapport est rédigé alors que :

- **La phase de conception du projet est au stade études préliminaires approfondies** (au sens du décret n°93-1268 du 29 novembre 1993 relatif aux missions de maîtrise d'œuvre confiées par des maîtres d'ouvrage publics à des prestataires de droit privé – Loi n°85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique dite « loi MOP »). Il reste donc des étapes importantes, en cours, dans le processus de conception.

  Ces dernières permettent de définir techniquement l'implantation exacte de l'ensemble des ouvrages (tunnel, gares, ouvrages annexes) ainsi que la programmation constructive fine associée.

- **les études géotechniques**, indispensables à la conception de tout ouvrage d'infrastructure. Une mission de type G11 au sens de la norme NF P 94-500 a été conduite en 2012/2013. C'est une étape importante du processus géotechnique associé à la conception de ce type d'ouvrage. Les résultats de cette campagne de sondages G11 ont été pris en compte dans l'état initial de l'environnement et dans l'analyse des effets potentiels du projet. Il convient par ailleurs de noter que la Société du Grand Paris réalise actuellement de nouveaux sondages plus approfondis, campagne dite G12. Ces éléments seront pris en compte dans les étapes ultérieures du projet.

- **la définition des gares**, en particulier le parti architectural d'insertion de chaque gare dans son environnement urbain, n'est pas achevée. La présente étude ne peut donc permettre la discrimination de l'implantation des gares sur un principe d'analyse comparative architecturale. Aussi, dans la présente étude d'impact, chaque gare est toujours à considérer comme une « boite » enterrée, de forme rectangulaire et présentant une interface avec la surface du sol permettant l'accès du public à l'infrastructure.

- **la définition des ouvrages annexes**. Les localisations des puits de ventilation et d'accès pour les pompiers sont définies et présentées dans la présente étude d'impact. Il convient néanmoins de noter que leurs fonctionnalités sont susceptibles d'évoluer (simple accès secours ou ouvrage combiné accès de secours/ouvrage de ventilation/désenfumage).

Il reste donc encore des études techniques de conception à réaliser avant de disposer d'une définition suffisamment fine du projet pour enclencher la phase travaux.

Pour toutes les thématiques où les impacts ne sont pas à ce stade quantifiables, voire définissables de manière exhaustive, les études à réaliser pour une évaluation des impacts à un niveau acceptable de précision sont listées dans un sous-chapitre particulier du chapitre relatif aux mesures de réduction et de compensation. La liste distingue les études techniques de celles ayant un caractère réglementaire et indique les objectifs attendus.

Par ailleurs, la présente étude d'impact constitue la pièce G du dossier d'enquête publique préalable à la Déclaration d'Utilité Publique (DUP). Si l'obtention de la DUP est importante, elle ne constitue toutefois qu'une étape du processus réglementaire qui s'applique au projet.

La réglementation, le code de l'environnement en particulier, impose la réalisation d'études réglementaires en vue de l'obtention des autorisations de travaux en plus de la présente étude d'impact, et notamment (liste non exhaustive) :

- études dites « Loi sur l'eau » - code de l'environnement, articles R214-1 et suivants,
- dossiers de demande d'autorisation d'exploiter des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) – code de l'environnement,
- dossier d'autorisation de défrichement (article L 311-1 et suivants du code forestier),
- dossier de demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées ou d'habitats d'espèces protégées au titre des articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement,
- dossier d'autorisation de travaux en site classé et de déclaration pour les sites inscrits – code de l'environnement.

1.2 Rappel des enjeux définis à l'issue de l'état initial de l'environnement (rapport 1/3)

La présente partie rappelle les principaux enjeux identifiés. L'infrastructure étant souterraine, les enjeux principaux concernent le sous-sol.

1.2.1 Milieu physique – Sous-sol

1.2.1.1 Géologie et risques géologiques

Géologie au droit du projet

La géologie permet de définir trois secteurs aux caractéristiques très différentes :

- La Plaine de France : les strates de l'éocène supérieur, composé du Marno calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp, et de l'éocène inférieur et moyen, composé des Marnes et Caillasses sont principalement concernées par le projet. Paradoxalement, malgré l'absence de la formation des masses et marnes du gypse dans ce secteur, **le gypse est potentiellement présent en imprégnation dans les différents horizons géologiques cités ci-dessus**, parfois sous forme de nodules de taille métrique.

- La butte de l'Aulnoye : cette butte est principalement composée de la formation des masses et marnes du gypse surmontant les formations de la Plaine de France. Les formations de l'oligocène (marnes supra gypseuses, marnes vertes et calcaire de Brie) constituent le sommet de la butte. Comme dans la Plaine de France, **le gypse est très présent.**

- La vallée de la Marne et le Plateau de Brie : la vallée de la Marne marque la coupure entre la zone du gypse au nord (à laquelle appartiennent les deux compartiments précédents) et la zone du calcaire de Champigny (le Plateau de Brie) au sud qui occupe la même position stratigraphique.

La présence de gypse et ses conséquences potentielles constituent l'enjeu principal sur le plan géologique.

Risques géologiques

Ces risques résultent principalement de la présence de gypse en quantité significative dans la géologie du sous-sol.

Le gypse est à l'origine de la présence de cavités souterraines résultant de :

La dissolution : le gypse est une roche très soluble dans l'eau. La circulation d'eau est susceptible d'engendrer la dissolution, donc la disparition, du gypse. Lorsque le gypse est en imprégnation, la matrice rocheuse est déstructurée et des tassements différentiels peuvent se produire ;

L'exploitation en carrières souterraines : les cavités souterraines ont une origine anthropique et constituent un facteur aggravant. Elles sont à la fois des voies privilégiées de circulation des eaux souterraines et des zones de dissolution du gypse. De plus, le gypse ayant de médiocre propriétés mécaniques, ces cavités sont fragiles sur le plan géotechnique. Les anciennes carrières souterraines sont identifiées dans la présente étude d'impact. Elles ne concernent qu'une faible partie du tronçon.

L'ensemble des communes concernées par le fuseau d'étude sont soumises à des dispositions réglementaires liées aux risques géologiques, soit sous forme d'éléments du règlement du document d'urbanisme, soit sous forme de Plan de Prévention des Risques de Mouvement de Terrain.

1.2.1.2 Eaux souterraines, hydrogéologie

Construction d'ouvrages sous eau

La plus grande partie du projet s'inscrit au sein de nappes d'eau souterraines. Les sections hors eau sont situées sous la butte de l'Aulnoye, ses deux versants, et sous le plateau de Brie (Noisy-Champs).

La construction d'ouvrages de ce type sous eau est maîtrisée depuis longtemps (la ligne 1 du métro a été construite il y plus de 100 ans), mais doit faire face à certaines contraintes :

- Le travail hors d'eau peut nécessiter l'abaissement local de la piézométrie (niveau de la nappe aquifère). Pour la construction d'ouvrages depuis la surface, les méthodes constructives de type paroi moulée et bouchon injecté permettent de limiter fortement l'ampleur de la baisse de piézométrie et l'étendue des zones d'abaissement. Cependant, un éventuel abaissement de la piézométrie engendre des perturbations dans le fonctionnement des nappes et le dénoiement d'une partie du sous-sol. Ce dernier peut provoquer une modification de la géotechnique locale et des tassements différentiels ;
- Les écoulements sont également susceptibles d'être perturbés, principalement par l'effet barrage qui pourrait être créé par les zones étanches.

Les modifications de la piézométrie et des écoulements sont susceptibles de porter atteinte au fonctionnement de captages d'eau potable et de contribuer à la diffusion d'eaux polluées. Elles s'accompagnent donc de mesures de prévention spécifiques.

Le phase chantier est essentielle et primordiale dans ces considérations. Elle aboutit à la mise en place de tous les ouvrages.

Ressources en eau potable d'origine souterraine

Le projet interfère en particulier avec les aquifères de l'Eocène supérieur et de l'Eocène inférieur et moyen sur une grande partie de son linéaire. Or, ce dernier aquifère est considéré comme stratégique en termes d'alimentation en eau potable au nord de Paris, qu'il s'agisse de satisfaire la consommation quotidienne locale (Plaine de France) ou en tant que réserve de dernier recours.

Il convient de noter que d'autres nappes sont localement très polluées ; il s'agit donc d'un enjeu significatif, les risques de transferts de polluants entre nappes doivent être pris en considération.

Enfin, la présence de plusieurs captages destinés à un usage géothermique à proximité du projet est également un enjeu à prendre en considération afin de pérenniser leur performance.

1.2.1.3 Occupation du sous-sol

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.

D'une manière générale, les enjeux du projet vis-à-vis des ouvrages souterrains concernent essentiellement la phase de réalisation de l'infrastructure (phase chantier), puisque c'est lors de cette dernière que les interactions construction du projet – ouvrages existants sont les plus importantes.

Les enjeux sont forts, puisque, en l'absence de précautions, il pourrait résulter des dégradations des ouvrages existants avec des conséquences en fonction de la nature des ouvrages (fuites, déstabilisation des sols,…).

Réseaux et infrastructures souterraines

Réseaux

Le projet aura, en certains points, une interaction avec les réseaux et ouvrages existants.

Néanmoins, compte tenu de la faible profondeur de la majorité de ces ouvrages, les contraintes seront faibles, sauf pour les canalisations de transport de gaz prédominantes au regard du fuseau d'étude.

Outre ces secteurs identifiés au travers de la présence d'un réseau gaz, les principaux secteurs d'enjeux sont les suivants :

- Les berges du canal de Saint-Denis : présence d'une canalisation TRAPIL (transport d'hydrocarbures) ;
- Le plateau de Clichy-Montfermeil : présence de l'aqueduc de la Dhuis à proximité de la gare « Clichy-Montfermeil » mais cet ouvrage n'est plus exploité à cet endroit ;
- La rencontre avec les réseaux SIAAP à trois reprises.

Infrastructures

Concernant les infrastructures de transport, les enjeux sont locaux et principalement importants au Nord de la Ligne. En effet, le projet passe au droit de grandes infrastructures comme l'autoroute A1 ou l'A86, les lignes de transports publics, comme la ligne 13, le RER B et le RER E. Il convient d'étudier toutes les incidences potentielles sur ces grands axes.

Bâtis et fondations

Les bâtiments à usage d'habitation, de bureaux ou d'activités, les bâtiments industriels ou militaires, les hôpitaux, les postes électriques, les stations de pompages, 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, dédiés généralement au stationnement des véhicules.

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 type 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 est donc nécessaire pour évaluer les impacts du projet sur le bâti, et a fortiori les contraintes que le bâti existant impose au projet. Des diagnostics de l'état existant sont en cours et permettront de prendre en compte les sites les plus sensibles.

La réalisation de l'état initial de l'environnement (rapport 1/3) a montré que le projet traverse une zone densément urbanisée. L'ensemble du fuseau d'étude se situe dans une zone où la probabilité de rencontrer des ouvrages souterrains est grande. De nombreux grands ensembles sont présents, surtout dans la partie centrale de la ligne, entre la commune du Bourget et celle de Montfermeil. Ainsi, les gares du Bourget, du Blanc-Mesnil, d'Aulnay, de Sevran-Beaudottes, de Sevran-Livry et de Clichy-Montfermeil sont situées dans des zones où il y a de grandes probabilités de présence de plusieurs niveaux de sous-sols ou de fondations en profondeur. Les secteurs d'implantation des gares de Chelles et de Noisy-Champs sont également au milieu de bâtiments hauts et à niveaux de sous-sols, bien que cette section du tracé soit plutôt en zones où le bâti est plus bas, ou en espaces verts.

1.2.1.4 Gestion des terres

La gestion des terres fait l'objet d'une approche combinée prenant en compte la gestion des déblais issus du tunnel, des gares, des ouvrages annexes et le traitement des terres polluées excavées avant réutilisation en remblais et/ou transfert en centres agréés.

Le secteur étudié correspond en grande partie à la petite couronne nord-est de l'agglomération parisienne, siège d'une ancienne activité industrielle forte. Les activités polluantes ou potentiellement polluantes ont donc été nombreuses sur ce territoire pendant des décennies. Si ces dernières ne sont plus forcément existantes, il n'en demeure pas moins que leur exploitation a entraîné une dégradation des sols.

Les enjeux ont donc été définis sur la base :

Des zones d'extractions des déblais : en effet, d'une manière générale, les déblais potentiellement les plus pollués sont localisées en surface ou à faible profondeur. Les zones d'extractions des déblais correspondent aux puits d'attaque des tunneliers, aux emprises des émergences des gares, aux emprises des ouvrages annexes.

Des bases de données BASIAS (inventaire des sites industriels connus, en activité ou non) et BASOL (inventaire des sites et sols pollués ou potentiellement polluées appelant une action des pouvoirs publics).

Compte-tenu du passif environnemental du fuseau d'étude, les emprises où les sites BASIAS et BASOL sont les plus nombreux sont celles situées dans la partie nord du fuseau, entre les gares « Saint-Denis-Pleyel » et « Le Blanc-Mesnil ».

D'autre part, la majeure partie du tracé étant située sous le niveau de la nappe superficielle, il apparaît important de prendre en compte le fait que les pollutions identifiées ont potentiellement impacté les eaux souterraines (diffusion de la pollution), ce qui pourrait entraîner la présence de terres polluées issues des déblais liés au creusement du tunnel.

1.2.2 Milieu physique superficiel

1.2.2.1 Eaux superficielles

Traversées des cours d'eau

Le projet est concerné par la problématique liée aux traversées de cours d'eau. En effet, le linéaire franchit successivement cinq cours d'eau, à savoir le canal Saint-Denis (à Aubervilliers), la Morée (à Aulnay-sous-Bois), le canal de l'Ourcq (à Livry-Gargan et Sevran), le canal de Chelles (à Chelles) et la Marne (à Chelles et Gournay-sur-Marne).

Par ailleurs, le projet traverse un cours d'eau canalisé, à savoir le ru du Sausset.

Le projet étant souterrain, et aucun ouvrage annexe n'étant situé à proximité immédiate de ces cours d'eau, les enjeux liés à leur traversée sont négligeables.

Qualité des cours d'eau

Les enjeux liés à la qualité de l'eau concernent quasi-uniquement la phase travaux. Ils sont en effet potentiellement associés aux rejets de polluants dans les cours d'eau en raison de la proximité des ouvrages et zones chantiers vis-à-vis du réseau hydrographique existant. Ces enjeux sont développés :

- Au niveau des puits tunneliers, en bordure du Canal Saint-Denis,
- Au niveau de l'ouvrage annexe de ventilation de l'infrastructure implanté immédiatement au nord du canal de Chelles,
- Au niveau de la gare de Sevran-Livry implantée en proximité immédiate du canal de l'Ourcq.

La qualité écologique des cours d'eau traversés (qu'ils soient en aérien ou canalisés) est médiocre à mauvaise et la qualité chimique est mauvaise.

Les objectifs visés dans le SDAGE pour les cours d'eau traversés sont les suivants :

Pour 2015 : bon potentiel global concernant le canal Saint-Denis et le canal de l'Ourcq,

Pour 2021 : bon potentiel global concernant le canal de Chelles,

Pour 2027 : bon potentiel global concernant la Seine (au niveau de Saint-Ouen), la Marne, la Morée et le ru du Sausset, ce dernier étant canalisé au niveau du projet.

Cet aspect qualitatif est d'autant plus important que dans l'agglomération parisienne, les eaux superficielles ont deux usages principaux contradictoires : la production d'eau potable, qui exige une qualité minimale et la réception des rejets de toutes sortes (pluvial, assainissement, autres) qui dégradent la qualité de l'eau.

A proximité du fuseau du projet, un captage d'eau superficiel a été recensé. Il s'agit de la prise d'eau de Neuilly-sur-Marne. Toutefois, aucun ouvrage ne s'inscrit au sein des périmètres de protections de cette dernière.

Inondations par débordement des cours d'eau

Des zones inondables telles que présentées au sein du rapport 1/3 ont été définies par rapport aux zones inondées en 1910, crue de référence dans la région, choisie pour son importance et le niveau de connaissance du phénomène (Plus Hautes Eaux Connues). Sur ce projet, les parties du fuseau situées au sein du zonage des PHEC pour le cours d'eau de la Marne concernent les secteurs de Chelles et de Gournay-sur-Marne).

La gare de Chelles ainsi que plusieurs ouvrages annexes (puits de secours et de ventilation) se situent dans cette zone inondable.

Réglementairement, dans le département de Seine-et-Marne, le PPRI de la Marne est en cours d'élaboration. Seul un Plan des Surfaces Submersibles est approuvé sur la commune de Chelles.

Dans le département de Seine-Saint-Denis, les PPRI de la Marne et de la Seine ont été approuvés, respectivement en 2010 et 2007.

1.2.3 Milieu Naturel, agricole et Paysage

Malgré le contexte urbanisé, plusieurs éléments d'intérêt écologique sont présents sur le fuseau ou à proximité (des inventaires ont été réalisés en 2013 pour confirmer ou compléter les données existantes) :

- Les mares de la Butte verte : ce secteur est localisé à proximité de la future gare de Noisy-Champs, commune aux Lignes 15 Sud et 16. Les enjeux en lien avec cette zone ont été traitées dans l'étude d'impact de la Ligne 15 Sud et ne seront pas développés ici. Il convient de se référer à ce document pour plus de précision ;
- La Forêt de Bondy (secteur fuseau d'étude) : entité du site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », enjeu fort pour les oiseaux, enjeu moyen pour les habitats ;
- Le Parc Georges Valbon et parc du Sausset : entités du site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », enjeu fort pour les insectes, les oiseaux et les amphibiens ;
- La Traversée du canal de l'Ourcq : enjeu fort pour la flore (une espèce très rare, le Laiteron des Marais) ;
- La Forêt de la Poudrerie : entité du site Natura 2000 ZPS « Site de Seine-Saint-Denis », enjeu fort pour les oiseaux ;
- Le Montguichet (côte de Beauzet), uniquement les 3 sites prospectés : enjeux faibles ;
- Le Bois de Vaires : site Natura 2000, enjeux moyens pour les habitats et les amphibiens.

Tableau 1.2-1 : Synthèse des enjeux Milieu naturel et paysage

Thématique	Eléments d'analyse	Enjeux identifiés
Synthèse des enjeux écologiques identifiés lors des inventaires de terrain	**Flore**	**Enjeux faibles globalement, une espèce patrimoniale d'enjeu fort : Laiteron des marais (traversée du canal de l'Ourcq)**
	Oiseaux	**Enjeux forts localisés : importance du cortège des milieux humides et arbustifs pour les oiseaux nicheurs. (Parc Georges Valbon, Parc du Sausset)** **Espèces remarquables de milieux en nidification (Pic mar, Pic noir) au Parc de la Poudrerie et dans la Forêt de Bondy**
	Insectes	**Enjeu global faible, enjeux forts localisés sur les secteurs humides et thermophiles du parc du Sausset et parc Georges Valbon (hors fuseau)**
	Amphibiens	**Enjeux moyens à forts ponctuellement : Parc du Sausset (Triton palmé, Triton ponctué, Triton alpestre…), parc Georges Valbon (Triton palmé, Crapaud calamite), Bois de Vaires (Triton palmé)**
Synthèse des enjeux liés à l'agriculture	**1 secteur intersecté : Montguichet**	**Enjeux agricoles faibles. Les terres agricoles sont en majorité en jachère sur ce secteur.**
Synthèse des enjeux liés au patrimoine culturel protégé	**Sites classés**	**Nuls**
	Sites inscrits	**Faibles**
	Monuments historiques	**Modérés à forts** Enjeux concentrés au niveau de Chelles, Clichy-sous-Bois et Montfermeil
	ZPPAUP/ AVAP, secteur sauvegardé	**Nuls**
Synthèse des enjeux liés au patrimoine archéologique	**Gares**	**Forts** Gares concernées : Le Blanc-Mesnil, Clichy-Montfermeil, Chelles
	Ouvrages	**Forts** Ouvrages sur les communes de Gournay-sur-Marne, Chelles, Montfermeil, Livry-Gargan, Sevran, Aulnay-sous-Bois, La Courneuve, Saint-Denis, Aubervilliers, Saint-Ouen
	Tunnel	**Faibles à nuls** La profondeur à laquelle se situe le tunnel écarte a priori l'essentiel des risques
Analyse paysagère par séquence inter-gares et hiérarchisation des enjeux liés au paysage	**Noisy-Champs -> Chelles**	***Les enjeux paysagers sont faibles. Les variantes envisagées sont en souterrain et la gare envisagée prend place au niveau d'une gare existante.***
	Chelles -> Clichy-Montfermeil	***Les enjeux paysagers sont modérés. Les variantes étant envisagées en souterrain, seules les émergences aériennes susceptibles de toucher aux coteaux de l'Aulnoye, qu'elles soient permanentes ou temporaires, devront faire l'objet de mesures d'intégration paysagère.***
	Clichy-Montfermeil -> Saint-Denis-Pleyel	***Les enjeux paysagers sont modérés à forts localement. Le fuseau du tracé ne recoupe pas les grands parcs paysagers du Sausset, de la Poudrerie de Sevran et de la Forêt Régionale de Bondy. D'autre part, les variantes sont prévues en souterrain. Toutefois, il conviendra d'étudier l'effet visuel de la création de la gare du Blanc-Mesnil et de toute autre émergence terrestre susceptible d'entrer en covisibilité avec les secteurs à enjeux. De plus, le projet de métro devra être cohérent avec les projets de requalification en cours.***

1.2.4 Milieu Humain

1.2.4.1 Urbanisation

C'est l'un des grands enjeux de la Région Ile-de-France. Le cœur très urbanisé de l'agglomération parisienne déborde de plus en plus loin dans les départements de grande couronne que sont les Yvelines, le Val-d'Oise et la Seine-et-Marne.

L'un des objectifs affichés du projet du Nouveau Grand Paris est de limiter l'étalement urbain en améliorant l'offre de transports dans la zone urbaine dense de manière à faciliter les trajets banlieue-banlieue. La densification du bâti permettant une augmentation de l'offre de logements et de bâtiments à usage économique complète cette approche.

Les potentialités de densification existent au droit de la zone du fuseau du projet. Cependant, la zone d'étude n'est pas la zone où ce potentiel est le plus fort du fait d'une urbanisation déjà dense.

A l'échelle du projet prise séparément, la contribution à la lutte contre l'étalement est faible. En revanche, à l'échelle de l'ensemble du réseau du Grand Paris Express, les effets de la densification du bâti, de la mise en œuvre de liaisons nouvelles, en particulier de banlieue à banlieue, jouent à plein.

Par exemple, c'est à l'échelle de l'ensemble que les améliorations de dessertes peuvent être les plus bénéfiques, l'ensemble des banlieues pouvant être mieux desservies par la mise en œuvre de la boucle complète.

1.2.4.2 Consommation d'énergie

La consommation d'énergie est également un enjeu essentiel de la région. La mise en œuvre du projet interagit à plusieurs niveaux :

- **Restructuration du bâti** : la densification et la construction de certains ouvrages vont conduire à une restructuration du bâti pouvant être significative localement. Ce type d'opération passe par la destruction de bâtiments anciens non performants sur le plan énergétique et la construction de bâtiments nouveaux avec les réglementations actuelles, dont la RT2012 (réglementation thermique).

- **Réduction potentielle de l'usage de la voiture individuelle** : le report modal est l'un des enjeux prioritaires de la mise en œuvre du Grand Paris Express. La réduction de cet usage doit permettre une amélioration des conditions de circulation, au moins dans certaines zones, donc d'économiser de la consommation d'énergie fossile. De plus, les transports en commun consomment moins d'énergie par personne transportée à trajet équivalent.

Par exemple, l'enjeu de la réalisation de la boucle du Grand Paris Express autour de Paris est important pour offrir une meilleure desserte de pôles fortement habités ou comportant de très nombreux emplois comme La Défense ou Marne-La-Vallée. S'y ajoute l'enjeu de réduction du trafic au niveau de Chatelet-Les Halles, positif pour le fonctionnement des RER A et B dans Paris.

1.2.5 Qualité de l'air – Facteur 4

En corollaire des points précédents, tout ce qui contribue à la réduction des consommations d'énergie, en particulier d'énergie fossile, permet d'améliorer la qualité de l'air, qui constitue un enjeu global important.

De même, tout ce qui contribue au maintien d'espaces naturels et agricoles, et d'espaces végétalisés, permet également d'améliorer la qualité de l'air.

L'évolution réelle de la qualité de l'air ne dépend pas seulement du projet. Elle résulte également de politiques publiques, que la mise en œuvre du projet peut cependant accompagner, en particulier pour l'atteinte des objectifs fixés par les engagements officiels, dont ceux du Facteur 4.

1.2.6 Synthèse des enjeux

Tableau 1.2-2 : Synthèse des enjeux à l'issue de l'état initial

Type d'enjeu	Thème		Enjeux
A l'échelle du projet	Hydrogéologie	Eau potable d'origine souterraine	**Eocène inférieur et moyen exploité** **Ressource de dernier recours**
		Construction d'ouvrages sous eau	**Présence de masses d'eaux souterraines sensibles à prendre en compte pour ce type d'infrastructure**
	Géologie - Géotechnique	Dénoiement du sous-sol	**Sols sujets aux tassements différentiels**
		Présence de gypse	**Existence de fontis et de cavités souterraines sensibles**
		Anciennes carrières	**Existence de cavités souterraines sensibles**
	Bruit Vibrations Ondes électromagnétiques	Niveaux existants élevés	**Enjeux forts liés à la forte densité urbaine** **Nombreux bâtiments et ouvrages potentiellement sensibles aux vibrations**
Localisé	Natura 2000	ZPS de Seine-Saint-Denis	**Présence de plans d'eau et d'une biodiversité sensible** **Présence de zones calmes**
		ZSC du Bois de Vaires sur Marne	**Présence de plans d'eau et d'une biodiversité sensible**
	Agriculture	Zone agricole en PRIF entre Chelles et Montfermeil	**Partie restreinte potentiellement concernée par un ouvrage**
	Eau potable d'origine superficielle	Prise d'eau de Neuilly-sur-Marne	**Existence d'une prise d'eau et effets limités éventuels**
Global – A l'échelle régionale ou supérieure	Etalement de l'urbanisation	Stabilisation ou réduction	**Consommation d'espace non urbanisé, agricole ou naturel** **Densification urbaine**
	Consommation d'énergie	Stabilisation ou réduction	**Report modal de la voiture sur le transport en commun** **Renouvellement du bâti**
	Qualité de l'air – Facteur 4	Stabilisation ou réduction	**Diminution de la consommation d'énergie fossile** **Maintien d'espaces naturels ou agricoles** **Développement des espaces verts**

En rouge : enjeux considérés comme forts à ce stade de l'étude d'impact

En orange : enjeux considérés comme moyens à ce stade de l'étude d'impact

En jaune : enjeux considérés comme faibles ou non significatifs à ce stade de l'étude d'impact

2 Description du projet

2.1 Historique du Grand Paris Express

2.1.1 La genèse du projet

2.1.1.1 Vers le développement de liaisons de transport en commun en rocade

Le réseau de transport en commun francilien s'est développé depuis plus d'un demi-siècle selon une logique en étoile. Cette organisation s'avérait appropriée dans la mesure où l'offre d'emploi restait principalement concentrée au cœur de l'agglomération. Mais à partir des années 1980, avec l'émergence de pôles économiques en dehors des murs de la capitale, la demande de transports de banlieue à banlieue s'est affirmée progressivement, et l'organisation en radiale du réseau de transports en commun francilien a commencé à montrer ses limites : inadaptation aux besoins de mobilité de banlieue à banlieue, saturation progressive des réseaux convergents vers Paris. Les pouvoirs publics ont alors amorcé une réflexion sur la création de nouvelles lignes de transports en commun en rocade, et plusieurs projets ont ainsi été envisagés.

2.1.1.2 Une desserte directe de banlieue à banlieue et un développement global de la région

Les démarches prospectives sur le devenir de l'Ile-de-France en tant que « région capitale » ont souligné la nécessité d'aborder de front les enjeux économiques, sociaux et urbanistiques. Dans ce contexte, la loi du 3 juin 2010 relative au Grand Paris visait à agir sur trois priorités, conçues et articulées au sein d'une stratégie globale :

- le développement territorial, dans une logique d'aménagement concerté et partagé entre l'Etat et les collectivités locales ;
- le développement économique, avec le renforcement de l'attractivité et des potentiels de la région Ile-de-France ;
- l'amélioration et le renforcement du réseau de transport, pour mieux répondre aux besoins de déplacements à court et moyen terme.

Dans sa conception, le projet du Grand Paris s'appuie sur la création d'un nouveau réseau de transport en commun structurant au sein de la région Ile-de-France, dénommé « réseau de transport public du Grand Paris ». La loi du 3 juin 2010 en indique les principales caractéristiques et crée l'établissement public de l'Etat à caractère industriel et commercial, maître d'ouvrage du projet : la Société du Grand Paris.

Le projet de réseau de transport public du Grand Paris ambitionne de créer un nouveau réseau de métro automatique de grande capacité en rocade, reliant entre eux les principaux pôles de l'agglomération et Paris.

Le projet présenté au public en 2010 comptait une quarantaine de gares, majoritairement en correspondance avec le réseau actuel, pour environ 155 kilomètres de lignes.

Le projet était conçu pour répondre aux objectifs suivants :

- améliorer le fonctionnement quotidien des transports de la région capitale ;
- dynamiser le développement économique de l'agglomération parisienne en mettant en relation les principaux pôles économiques qui la constituent ;
- limiter l'étalement urbain en favorisant la densification des logements et des emplois ainsi que la mixité fonctionnelle ;
- désenclaver les territoires en difficulté en améliorant leur accessibilité depuis et vers le reste de l'agglomération ;
- favoriser le report du mode de transport automobile vers les transports en commun, et ainsi contribuer à préserver l'environnement et à lutter contre les effets du changement climatique.

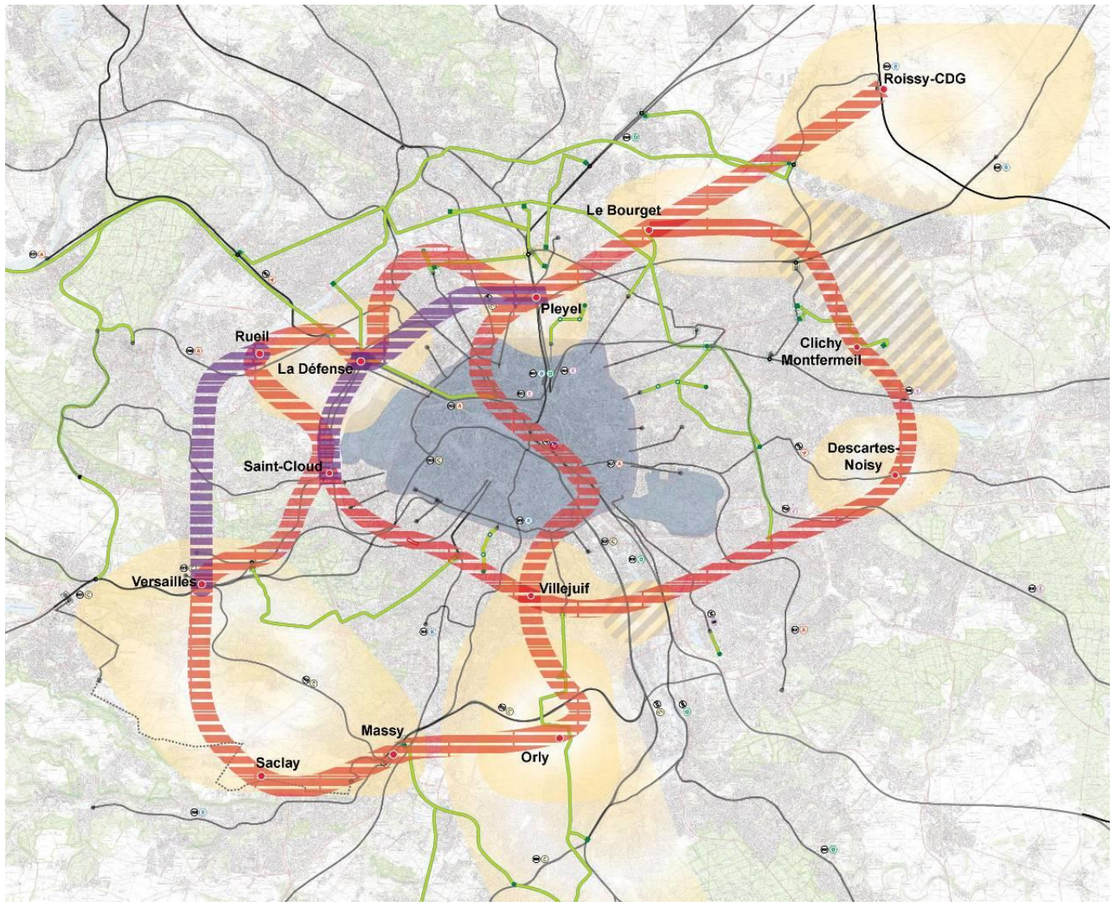


Figure 2.1-1 : Premier tracé du projet en 2009

Le tracé défini en 2009 et reproduit sur la **Figure 2.1-1** a fait l'objet d'une évaluation stratégique environnementale permettant d'évaluer les impacts du projet a priori.

2.1.2 La loi relative au Grand Paris – 3 juin 2010

En parallèle de la réalisation de l'évaluation environnementale, la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris était discutée puis adoptée par le Parlement.

Cette loi fixe un cadre pour la réalisation de ce projet, y inclus pour son financement. Elle crée un outil d'aménagement du territoire, le Contrat de Développement Territorial (ou CDT) dont la vocation est de permettre aux communes, ou aux intercommunalités, d'organiser l'arrivée de

l'infrastructure de transport sur le territoire qui les concerne en suscitant une réflexion urbanistique portant sur l'accueil de population et d'emplois nouveaux, l'évolution future du bâti et du foncier et la réorganisation de la desserte du territoire par les transports publics, en particulier au niveau des gares.

2.1.3 Schéma d'ensemble – Décret n°2011-1011 du 24 août 2011

Les projets constituant le réseau de transport public du Grand Paris sont définis dans un schéma d'ensemble, représenté **Figure 2.1-2** et approuvé par un décret en Conseil d'Etat du 24 août 2011 publié au *Journal officiel* de la République française le 26 août 2011.

2.1.4 Un projet soumis à longue concertation tout au long de son élaboration

2.1.4.1 L'évaluation environnementale du projet

Pour que le public puisse prendre le projet en considération dans toutes ses composantes, le Maître d'ouvrage a fait réaliser une évaluation a priori des impacts du projet sur l'environnement sur la base du tracé de la **Figure 2.1-1** et d'un fuseau d'étude d'au moins trois kilomètres de large.

Cette évaluation a permis d'identifier, très en amont dans la conception de ce projet, les enjeux environnementaux et les impacts potentiels. L'intégralité du rapport est accessible en ligne sur le site de la Société du Grand Paris http://www.societedugrandparis.fr.

2.1.4.2 Les apports du débat public

Le débat public sur le réseau de transport public du Grand Paris a eu lieu entre octobre 2010 et janvier 2011. Conformément au IX de l'article 3 de la loi relative au Grand Paris, la procédure de débat public a été lancée conjointement à celle relative au projet « Arc Express », porté par la Région Ile-de-France et le Syndicat des Transports d'Ile-de-France. Un important travail de coordination du déroulement des deux débats a été mis en place et mené par la Commission Nationale du Débat Public (CNDP). Cette harmonisation s'est notamment concrétisée à travers la synchronisation du calendrier des deux débats, qui ont rencontré une participation exceptionnelle.

Les débats publics relatifs aux projets « Arc Express » et « Réseau de Transport Public du Grand Paris » ont mis en exergue le souci du public d'un projet commun de développement des réseaux de transport collectif en Île-de-France.

Pour répondre à cette demande formulée pendant les débats publics, l'Etat et la Région ont conjointement rédigé un protocole relatif aux transports publics en Ile-de-France, présenté le 26 janvier 2011 sous forme de contribution commune aux deux débats publics relatifs à Arc Express et au réseau de transport public du Grand Paris, dans lequel ils s'accordaient en grande partie sur un projet convergent de réseau désormais intitulé « Grand Paris Express ».

L'évaluation environnementale stratégique a également permis de faire évoluer le projet, en tous cas de poser des contraintes pour la suite des études de définition. Cette évaluation a fait l'objet pour l'ensemble des zones étudiées d'une analyse comparative entre les solutions souterraine, aérienne au sol de type tramway et aérienne sur viaduc.

Compte tenu de la densité de l'urbanisation sur une grande partie de la zone concernée et des vitesses d'exploitation envisagées, les solutions aériennes ne peuvent être envisagées que très localement. En pratique, le Maître d'ouvrage a retenu le Plateau de Saclay et le secteur de Gonesse comme zones où ces solutions peuvent être mises en œuvre.

2.1.4.3 Etudes de définition et concertation locale

Les études de définition du projet ont été engagées dès le deuxième semestre 2011 par la Société du Grand Paris. Elles ont pour objectif la conversion des lignes rouge, verte et bleue du schéma d'ensemble de la **Figure 2.1-2** en tracé concret en plan et en profil en long et en localisation des gares, en tenant compte des contraintes techniques et environnementales identifiées.

En parallèle à la conduite de ces études, la concertation se poursuit au niveau local.

Une logique de tronçons permettant cette approche locale a été établie et sert de support à cette concertation.

Des comités de pilotage à différents niveaux (tronçon, gares) ont été mis en place. Des concertations avec des acteurs locaux ont également été conduites : représentants de collectivités en particulier.

Ces concertations locales ont une influence réelle sur la définition du projet :

La position précise des gares a été discutée localement pour tenir compte, dans la mesure des possibilités techniques et des enjeux fonctionnels, des demandes des élus et des projets urbanistiques.

De même, la position précise des puits de ventilation et accès secours, des sites de maintenance et de l'implantation des bases chantier a fait l'objet de concertation locale.

Ces concertations vont se poursuivre tout au long de la démarche de conception et de réalisation du projet.

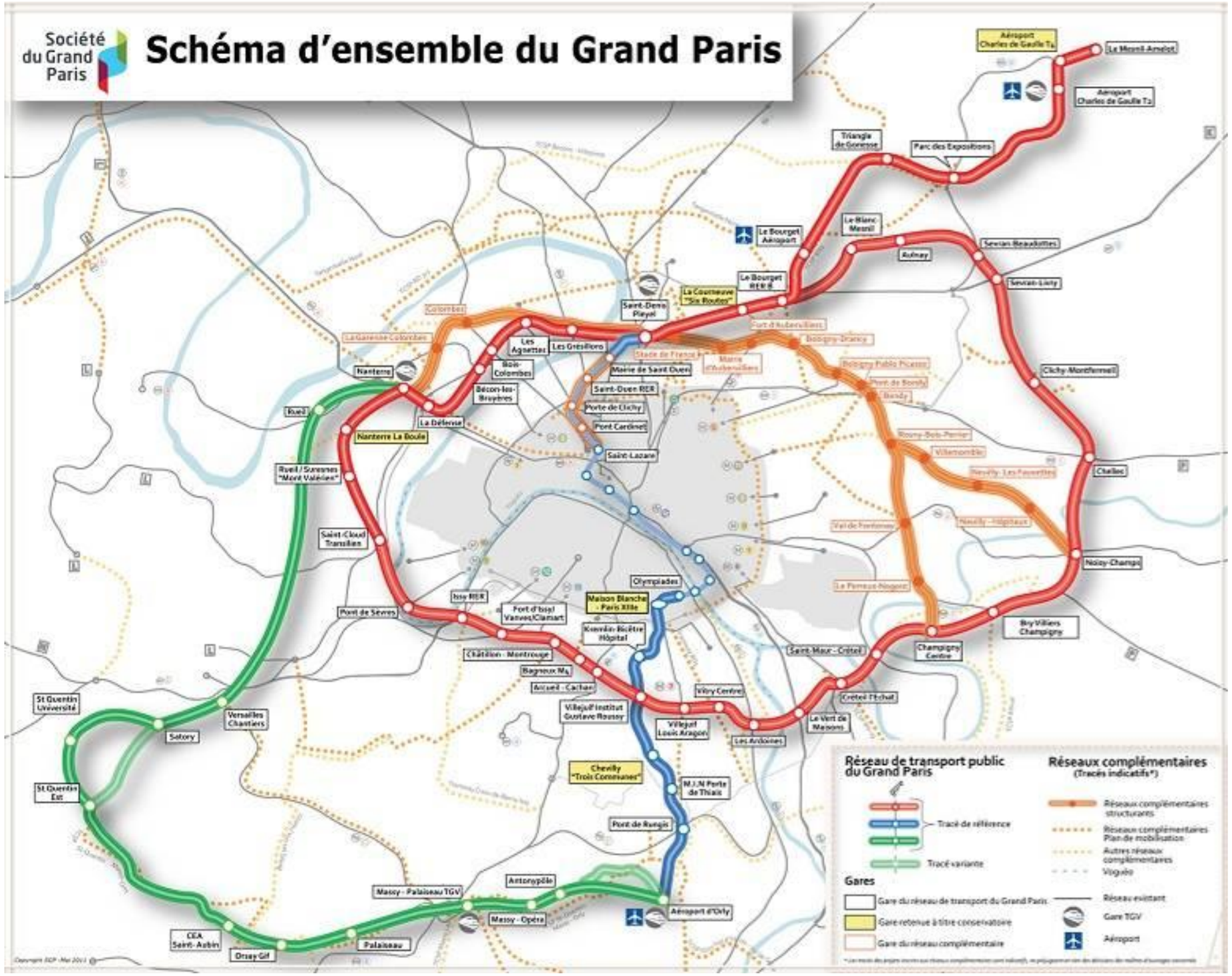


Figure 2.1-2 : Schéma d'ensemble du Grand Paris – Décret en Conseil d'Etat du 24 aout 2011.

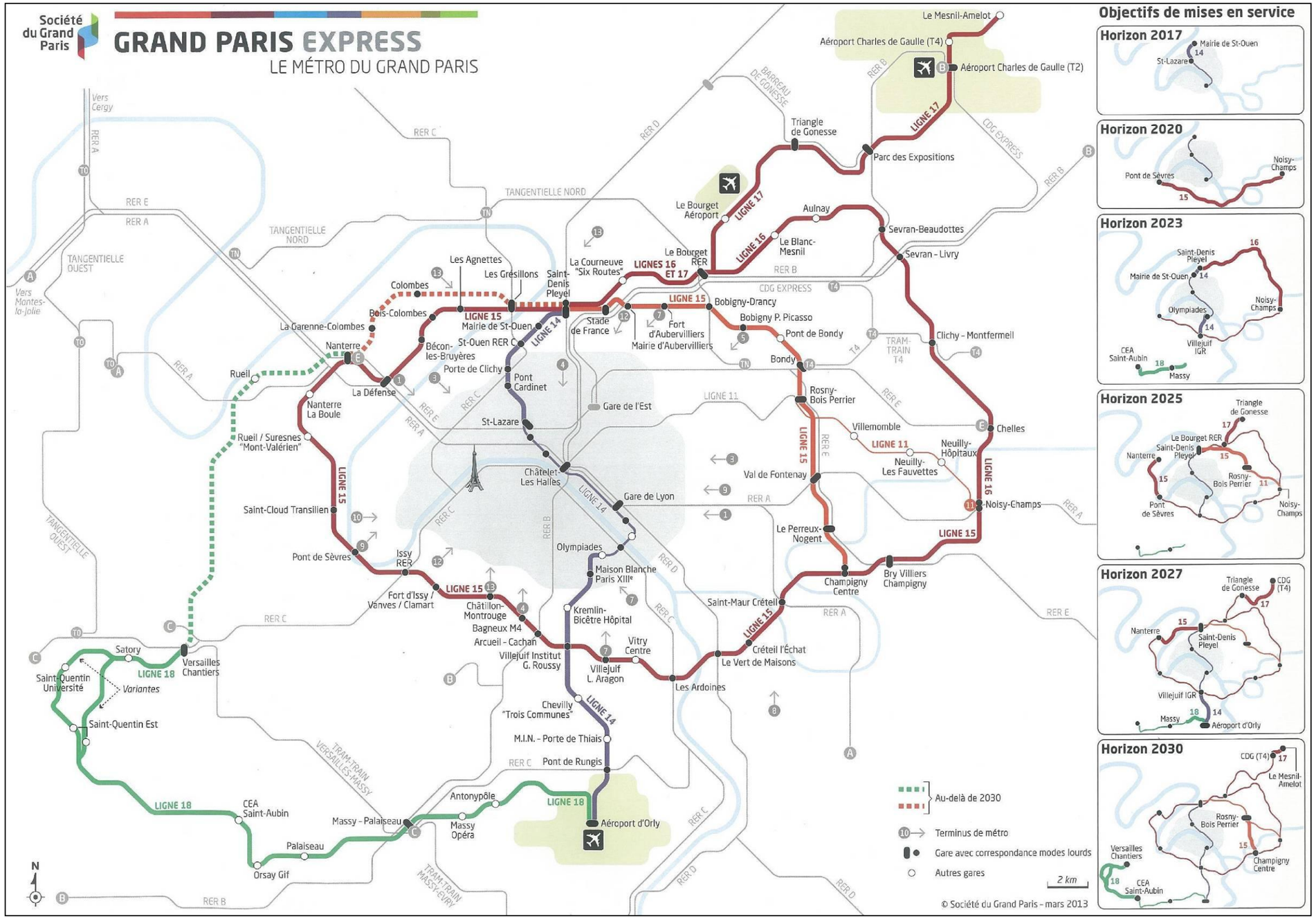


Figure 2.1-3 : Schéma d'ensemble et horizons de mise en service suite aux annonces du Premier ministre le 6 mars 2013.

2.1.5 Le Nouveau Grand Paris

Le 6 mars 2013, le Premier ministre présente les orientations pour la mise en œuvre de ce projet, issues des arbitrages rendus suite à différentes analyses portant sur le financement et le phasage du projet.

La présentation mise à jour du schéma d'ensemble est présentée sur la figure 1.2-2.

Le projet global du « Nouveau Grand Paris » réaffirme les enjeux relatifs au réseau de transport en commun francilien actuel, en mettant l'accent sur les objectifs d'amélioration à court terme du service offert (information voyageurs, fiabilité et régularité des lignes) et sur les opérations de modernisation et d'extension du réseau existant prévues au Plan de mobilisation pour les transports. En ce qui concerne le réseau Grand Paris Express, les orientations retenues visent à définir un projet optimisé et performant, consistant notamment à adapter la capacité de transport envisagée sur certains tronçons aux besoins de mobilité et aux trafics prévisionnels attendus.

La traduction de ces orientations en termes de schéma d'exploitation prévisionnel et de dimensionnement de l'offre de transport conduit à définir, à partir du réseau de transport public du Grand Paris et du réseau complémentaire structurant, trois ensembles de projets constitutifs du Grand Paris Express :

- une liaison de rocade, la ligne 15, regroupant les tronçons les plus chargés des lignes rouge et orange et assurant tout particulièrement la désaturation des réseaux de transport en commun en cœur d'agglomération ;

- des métros automatiques à capacité adaptée pour la desserte des territoires en développement, concernant les tronçons nord-est et est de la ligne rouge (les lignes 16 et 17 entre Saint-Denis Pleyel, Noisy-Champs et Le Mesnil-Amelot) ainsi que la ligne verte (ligne 18) entre Orly et Versailles ;

- des prolongements de lignes de métro existantes lorsque cela apparaît pertinent tant fonctionnellement que du point de vue de la rapidité de mise en œuvre : sont concernés le prolongement de la ligne 14 au nord jusqu'à Saint-Denis Pleyel et au sud jusqu'à Orly (soit la ligne bleue du schéma d'ensemble), ainsi que le prolongement de la ligne 11 jusqu'à Noisy-Champs via Rosny Bois-Perrier (qui reprend l'un des tronçons constitutifs de la ligne orange, la prise en compte de cette option ayant été confirmée à l'occasion de l'approbation par le Conseil du STIF en décembre 2013 du bilan de la concertation réalisée sur la ligne orange).

En matière de calendrier, le « Nouveau Grand Paris » présente un échéancier de mise en service progressive et continue des différents projets relevant à la fois du Plan de mobilisation pour les transports et du programme Grand Paris Express, depuis 2013 jusqu'à l'horizon 2030.

2.2 Présentation du Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express

2.2.1 Le réseau de transport du Grand Paris Express

2.2.1.1 Les objectifs

Les objectifs de base n'ont pas été modifiés :

- Création de liaisons nouvelles banlieue – banlieue,

- Desserte rapide en gardant le principe d'un nombre limité de gares,

- Interconnexion forte avec les lignes existantes, quel que soit le mode de transport collectif.

2.2.1.2 Le réseau

Le Grand Paris Express du Nouveau Grand Paris est constitué de trois ensembles de projets interconnectés aux lignes existantes :

La Ligne 15 : ligne de rocade proche de Paris (métro de grande capacité) qui assure la désaturation des réseaux de transport existants en zone urbaine dense.

Les Lignes 16, 17 et 18 : lignes de métro à capacité adaptée qui desservent des territoires en développement (Est de la Seine-Saint-Denis, Grand Roissy, Sud-Ouest francilien).

Les Lignes 14 et 11 : prolongement de lignes de métro existantes pour améliorer les interconnexions et décharger d'autres lignes de métro (ligne 13 en particulier). La Ligne 14 est prolongée au nord jusqu'à Saint-Denis Pleyel, et au sud jusqu'à l'Aéroport d'Orly. La Ligne 11 est prolongée à l'est jusqu'à Noisy-Champs (le principe consistant à assurer la liaison entre Rosny Bois-Perrier et Noisy-Champs par le prolongement de la Ligne 11 a été retenu par le Gouvernement le 6 mars 2013 lors de la présentation du « Nouveau Grand Paris ». Cette solution technique doit être analysée et étudiée dans le cadre des suites de la concertation menée par le STIF sur la Ligne Orange en février et mars 2013).

2.2.2 Un réseau de transport principalement souterrain

Compte tenu de l'occupation du sol dans la zone couverte par le fuseau, caractérisée par une urbanisation très dense sur une grande partie, la réalisation d'une infrastructure aérienne, qu'elle soit de type tramway posé au sol ou en viaduc est difficilement compatible avec les objectifs du projet.

Le choix d'une infrastructure essentiellement souterraine s'est imposé de lui-même à la suite de l'évaluation environnementale a priori.

Cependant, le Maître d'ouvrage a décidé d'envisager une infrastructure aérienne partout où cela serait possible, c'est-à-dire aux endroits les moins urbanisés : le Plateau de Saclay et le secteur de Gonesse.

Cela conduit donc, sur les 200 km du schéma d'ensemble, à environ 170 km de métro souterrain et 30 km de métro aérien sur viaduc.

2.2.3 Les chiffres clés du réseau de transport du Grand Paris Express

A l'horizon de réalisation de l'ensemble des liaisons figurant au schéma d'ensemble, le réseau sera constitué :

- De 205 km de lignes de métro automatique ;
- De 72 nouvelles gares reliant les pôles du Grand Paris, les 3 aéroports et les gares TGV ;
- Plus de 2 millions de voyageurs journaliers circuleront chaque jour.

2.2.4 La Ligne 14 du Nouveau Grand Paris

Le prolongement de la Ligne 14 du métro parisien (Saint-Lazare – Olympiades) assurera la liaison entre le centre de la capitale et le pôle d'affaires de Saint-Denis Pleyel au nord et l'aéroport d'Orly au sud.

La Ligne 14 actuelle du réseau de métro de Paris est prolongée au nord jusqu'à la gare « Saint-Denis Pleyel » et au sud jusqu'à « Aéroport d'Orly », soit 15 km supplémentaires par rapport à la première étape du prolongement de la ligne, jusqu'à Mairie de Saint-Ouen. Au total, la Ligne 14 se déploie sur plus de 30 km en souterrain et son prolongement offre des correspondances avec les autres lignes du Grand Paris Express (Lignes 15, 16, 17 et 18). Elle constitue l'épine dorsale du nouveau réseau et assure les correspondances avec le métro parisien.

La Société du Grand Paris est le maître d'ouvrage du prolongement de la Ligne 14 au nord entre les gares « Mairie de Saint-Ouen » et « Saint-Denis – Pleyel » et au sud entre « Olympiades » et « Aéroport d'Orly ».

Le STIF et la RATP sont co-maîtres d'ouvrage du prolongement de la Ligne 14 entre les gares « Saint-Lazare » et « Mairie de Saint-Ouen ».

Le matériel roulant de la Ligne 14 prolongée sera compatible avec les caractéristiques du métro existant sur cette ligne (métro sur pneu, d'une largeur de 2,45 m).

Il est prévu qu'à l'horizon de réalisation du réseau Grand Paris Express dans son intégralité, la Ligne 14 soit exploitée à pleine capacité, c'est-à-dire avec un intervalle de 85 secondes entre deux trains à l'heure de pointe du matin, afin de répondre à la demande prévisionnelle attendue.

2.2.5 La Ligne 15 du Nouveau Grand Paris

La ligne 15 du Nouveau Grand Paris est composée de quatre sections :

Pont-de-Sèvres – Noisy-Champs, premier tronçon qu'il est prévu de mettre en service : ce tronçon dessert la proche banlieue au sud de Paris. Il est connecté à toutes les lignes de métro et de RER qui desservent ce secteur. Il offre en particulier une liaison RER B / RER A hors de Paris vers le sud-est.

Pont-de-Sèvres – Saint-Denis-Pleyel : ce tronçon dessert l'ouest parisien en complément des moyens de transport existant. Il assure en particulier une liaison rapide et de grande capacité vers le quartier d'affaires de La Défense et complète l'offre de transport dans des secteurs des Hauts-de-Seine aujourd'hui moins bien desservis par le réseau de transport en commun.

Saint-Denis-Pleyel – Rosny-Bois-Perrier et Rosny-Bois-Perrier – Champigny Centre (ligne orange – STIF maître d'ouvrage) : ces deux tronçons assurent la desserte de l'est parisien proche en assurant un maillage avec la plupart des grandes lignes radiales existantes.

Cette rocade autour de Paris est l'une des bases du Nouveau Grand Paris Express. C'est la ligne nouvelle sur laquelle le trafic le plus important est attendu.

Un haut niveau de service est donc envisagé, avec notamment un matériel roulant de grande capacité, pouvant transporter de l'ordre de 1 000 personnes par train, et un intervalle attractif entre deux trains (intervalle entre deux trains de l'ordre de 2 minutes, tel qu'envisagé à terme en heure de pointe).

2.2.6 La Ligne 16 du Nouveau Grand Paris

La Ligne 16 du Nouveau Grand Paris est composée de la section Saint-Denis Pleyel / Le Bourget RER / Noisy-Champs de la Ligne Rouge du schéma d'ensemble. Elle s'étend sur une longueur d'environ 25 km et comporte un tronc commun d'environ 5,5 km avec la Ligne 17, entre les gare « Saint-Denis Pleyel » et « Le Bourget RER ».

Elle contribue au désenclavement de l'Est du département de Seine-Saint-Denis. Elle est en correspondance avec des radiales ferrées assurant la connexion avec la grande couronne (RER A, RER E, RER B, RER D, lignes Transilien) et permet une liaison directe vers les pôles du Bourget et de la Plaine Saint-Denis.

Les dispositions retenues dans le cadre des études complémentaires d'optimisation réalisées en 2013 consistent à exploiter les lignes 16 et 17 avec un matériel roulant présentant les mêmes caractéristiques techniques et fonctionnelles que celui de la ligne 15 (notamment un gabarit large d'environ 2,80 m), ce qui permet de bénéficier de synergies en termes d'acquisition comme de maintenance des parcs de matériel roulant. Chaque rame des lignes 16 et 17 aura une longueur d'environ 54 mètres ; la capacité unitaire visée des rames s'établit alors autour de 500 personnes par train.

En fonction de l'offre de transport mise en place, la ligne 16 pourrait être exploitée, à l'heure de pointe du matin, avec un intervalle entre deux trains pouvant s'établir entre 3 et 4 minutes. L'offre serait alors deux fois plus importante sur le tronc commun « Saint-Denis Pleyel » / « Le Bourget » pour lequel l'intervalle sera inférieur ou égal à 2 minutes.

2.2.7 La Ligne 17 du Nouveau Grand Paris

La ligne 17 du Nouveau Grand Paris est composée de la section Saint-Denis Pleyel / Le Bourget RER / Le Mesnil-Amelot et a une longueur totale de près de 25 km. Comme mentionné précédemment, elle comporte un tronc commun d'environ 5,5 km avec la Ligne 16, entre les gares « Saint-Denis Pleyel » et « Le Bourget RER ».

La Ligne 17 assure la desserte des territoires du Bourget, de Gonesse et du Grand Roissy, en les reliant directement à la Plaine Saint-Denis.

Principalement souterraine, la Ligne 17 est cependant envisagée avec une partie aérienne. Il s'agit de la section entre la gare « Triangle de Gonesse » et l'entrée sous l'aéroport Roissy-Charles de Gaulle.

En tant que métro automatique à capacité adaptée, les caractéristiques (en termes de capacité et de fréquence) de la Ligne 17 sont similaires à celles de la Ligne 16.

2.2.8 La Ligne 18 du Nouveau Grand Paris

La ligne 18, d'une longueur de 35 à 40 Km, reliera Orly au plateau de Saclay via Massy Palaiseau, puis sera prolongée à Versailles.

2.2.9 Le calendrier

Les objectifs de mise en service des différents tronçons du réseau de transport public du Grand Paris sont présentés sur la **Figure 2.1-3.**

Pour le projet objet de la présente étude d'impact :

- Ligne 14 :

Tronçon Mairie de Saint-Ouen / Saint-Denis Pleyel : 2023.

- Ligne 16 :

Tronçon Noisy-Champs / Saint-Denis Pleyel : 2023

- Ligne 17 :

Tronçon Mairie de Saint-Denis Pleyel / Le Bourget RER (infrastructure commune avec la ligne 16) : 2023

2.3 Présentation du projet objet de la présente étude d'impact

Dans la présente étude d'impact, l'ensemble du Grand Paris Express constitue le programme au sens réglementaire de l'étude d'impact.

Le projet, au sens réglementaire de l'étude d'impact, étudié dans le présent rapport est constitué de :

- La Ligne 14 : Mairie de Saint-Ouen / Saint-Denis Pleyel (Ligne Bleue) ;
- La Ligne 16 : Noisy-Champs / Saint-Denis-Pleyel (Ligne Rouge) ;
- La Ligne 17 (partie commune avec la Ligne 16) : Le Bourget RER / Saint-Denis Pleyel (Ligne Rouge).

La présentation du projet est entreprise suivant deux approches, correspondant à celles menées tout au long de l'analyse des incidences, à savoir :

La phase chantier (technique de construction et de gestion des travaux),

La phase exploitation, correspondant à la situation de service de l'infrastructure et aux différentes opérations de maintenance.

Cette rubrique présente de manière succincte les différents ouvrages constitutifs du tronçon (gares, ouvrages annexes, tunnels…). Pour plus d'informations concernant ces ouvrages, il convient de se référer à la pièce D « Notice explicative et caractéristiques des ouvrages les plus importants » du présent dossier d'enquête préalable à Déclaration d'Utilité Publique (DUP).

2.3.1 Présentation du tracé de référence

2.3.1.1 Le tracé retenu

Le tracé retenu est schématisé sur la **figure 2.3-1** et cartographié dans son ensemble sur la **figure 2.3-2**.

Il est composé de deux parties principales : la ligne 16 représentée en rouge, la section commune aux lignes 16 et 17 représentée en rouge foncé et la ligne 14 représentée en bleu.

Les zones de raccordement aux gares de Noisy-Champs et Mairie-de-Saint-Ouen, gares réalisées antérieurement au projet, sont représentées en gris. Ces zones, constituées pour l'essentiel d'arrières gares temporaires, ne sont intégrées au projet que pour des modifications d'ouvrages déjà réalisés.

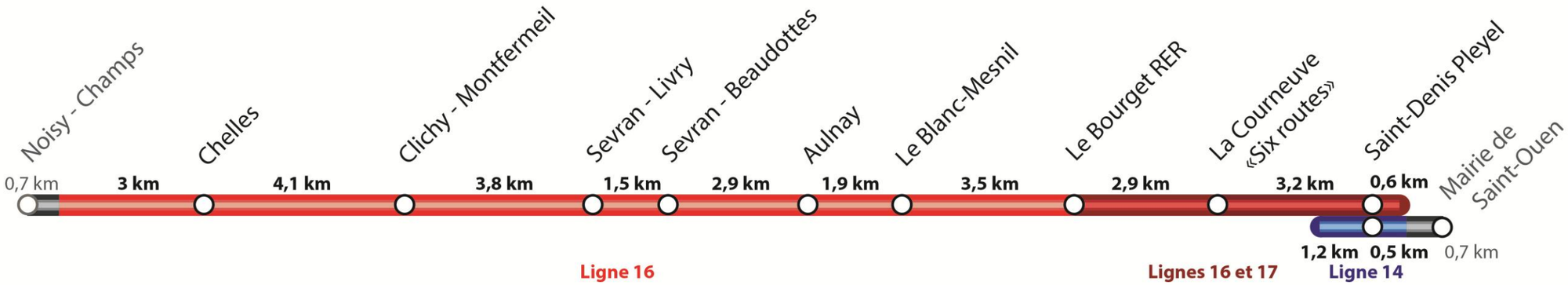


Figure 2.3-1 : Récapitulatif schématique du tracé retenu et distances intergares

LIGNE 14

Le tracé retenu est très court : il se développe sur 1,7 km de tunnel entre l'arrière-gare de Mairie de Saint-Ouen et l'arrière gare de Saint-Denis-Pleyel spécifique à la ligne 14.

Il se décompose en :

- 1 120 m d'arrière gare destinée au remisage et au fonctionnement du terminus de Saint-Denis Pleyel,
- 120 m de traversée de la gare Saint-Denis-Pleyel,
- 450 m de tunnel entre la gare de Saint-Denis-Pleyel et l'arrière-gare de Mairie de Saint-Ouen (gare exclue).

Le tracé comporte un puits d'accès secours situé dans l'arrière gare (OA632) et un puits terminal, commun avec l'un des puits de la ligne 16 (OA332).

Ce tracé est représenté en bleu sur les documents cartographiques.

LIGNE 16

Le tracé retenu se développe sur près de 21,3 km d'infrastructures en ligne entre l'arrière-gare de la gare « Le Bourget RER » et le nord de la tranchée couverte de l'arrière-gare de la gare « Noisy-Champs ». Ces 21,3 km se répartissent comme suit :

520 m d'arrière-gare au niveau de la gare « Le Bourget RER » en terminus en ligne pour la Ligne 16 (190 m d'ouvrage d'entonnement, 300 m de tunnel entre l'arrière-gare et la gare « Le Bourget RER » et 30 m incluant la moitié de la longueur de la gare « Le Bourget RER » jusqu'au PK 1000+000 positionné dans l'axe de la gare) ;

20,8 km (voie double) entre la gare « Le Bourget RER » et le début de la tranchée couverte du tronçon au nord de la gare « Noisy-Champs ».

S'ajoutent environ 1 000 m de tunnel bitube entre l'arrière-gare de la gare « Le Bourget RER » et un ouvrage d'entonnement à créer à l'est de la gare, prévus à titre conservatoire pour le prolongement futur de la ligne 17 en direction du Mesnil-Amelot.

Le tracé comporte 24 puits d'accès pour les secours. Parmi ces 24 puits, 3 puits sont à distinguer :

- P01 : puits inclus dans l'ouvrage d'entonnement de l'arrière gare « Le Bourget RER » ;
- P22 : puits inclus dans l'ouvrage de débranchement vers le SMR d'Aulnay ;
- P74 : puits inclus dans la tranchée couverte de Noisy-Champs.

SECTION COMMUNE LIGNE 16/LIGNE 17

Cette section s'étend sur environ 6,1 km entre l'arrière gare de Saint-Denis-Pleyel et l'entrée dans la gare du Bourget RER, intégrée à la section précédente.

Le tracé se décompose en :

- 500 m d'arrière gare de Saint-Denis-Pleyel,
- 180 m pour les 2 gares (Saint-Denis-Pleyel, 120 m de long, et La Courneuve-Six-Routes, 56 m de long),
- 5 320 m de tunnel.

Cette section comporte 8 puits d'accès secours, dont le puits terminal ouest de l'arrière gare (OA330).

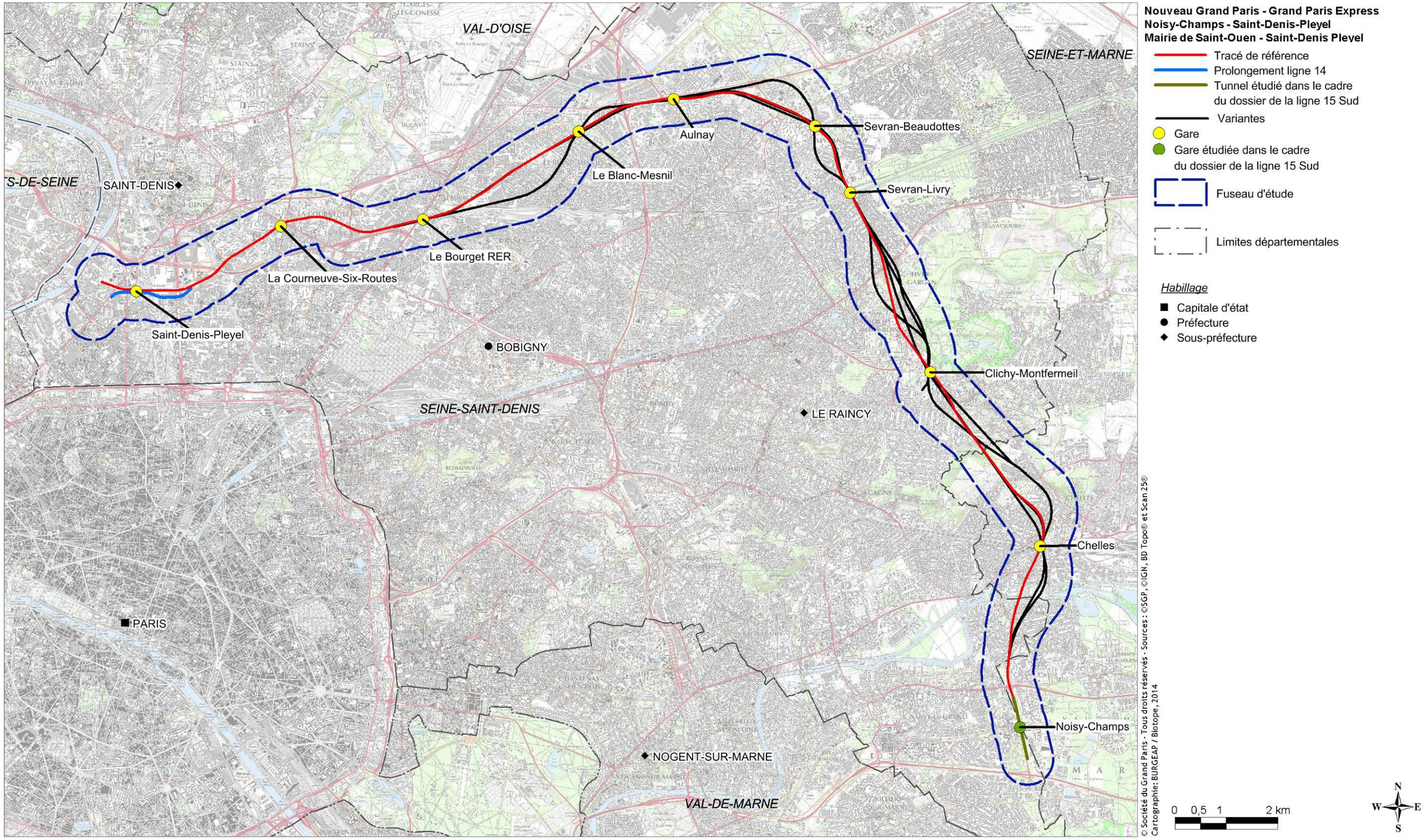


Figure 2.3-2 : Tracé de référence – vue d'ensemble

2.3.1.2 Section Noisy-Champs - Chelles

La gare de Noisy-Champs est commune aux lignes 15 et 16. Elle assure la liaison entre les lignes et l'interopérabilité.

La construction de la gare et de l'arrière gare de Noisy - Champs est dimensionné et réalisé dans le cadre du projet de la ligne 15 sud. La conception de ces ouvrages permet le raccordement facile du projet de ligne 16.

Le projet vient se raccorder à la tranchée couverte de l'arrière gare de Noisy – Champs, gare commune aux lignes 15 et 16.

Le tunnel suit ensuite approximativement le terrain naturel à une profondeur d'environ 30 m – voir le profil en long en **figure 2.3-3**. Cette profondeur permet de laisser une épaisseur suffisante entre la surface du sol et le sommet du tunnel pour :

Eviter une zone d'éboulis présente sur le versant nord du Plateau de Brie,

Eviter les principaux ouvrages souterrains en passant en dessous,

Permettre le passage sans problème particulier sous les infrastructures importantes : voies ferrées du réseau Paris Est (Transilien P, LGV et RER E) à Chelles, RD199,

Permettre le passage sous la Marne sans risque d'atteinte au lit mineur du cours d'eau et au Canal de Chelles.

2.3.1.3 Section Chelles – Clichy-Montfermeil

Le tunnel poursuit à une profondeur moyenne d'environ 30 m après la gare de Chelles sous la plaine de la Marne – voir le profil en long sur les **figures 2.3-3 et 2.3-4**.

En revanche, dès que la montée du versant sur de la butte de l'Aulnoye est entamée vers Clichy-Montfermeil, la profondeur varie sensiblement en fonction des irrégularités du terrain naturel.

La pente du tunnel est au maximum de ce que peut gravir le matériel roulant et doit être maintenue constante.

Une fois atteint le plateau de Clichy-Montfermeil, le tracé passe sous des immeubles qui seront conservés dans le cadre du projet urbain, avant de rejoindre la gare de Clichy - Montfermeil. L'orientation de la gare permet au tunnel d'éviter des immeubles de très grande hauteur.

2.3.1.4 Section Clichy-Montfermeil – Sevran-Livry

Le tracé traverse le plateau de Clichy du sud au nord et redescend vers Sevran-Livry, au pied du versant nord de la Butte de l'Aulnoye et en limite sud de la Plaine de France – voir le profil en long **figure 2.3-4**.

Juste après la gare de Clichy-Montfermeil, le tunnel passe sous et à proximité d'immeubles hauts, qui seront pour la plupart démolis dans le cadre du Projet de Rénovation Urbaine de Clichy-sous-Bois.

Lors de la descente vers Sevran-Livry, le tracé s'incurve vers l'est afin d'éviter une zone de carrières en sous-sol, située à la limite intercommunale de Clichy-sous-Bois et Livry-Gargan.

Sur la commune de Livry-Gargan, le tunnel traverse une zone de grands ensembles, en évitant deux barres d'immeubles de grande hauteur à l'est.

Le tunnel rejoint le canal de l'Ourcq en prenant soin d'éviter le puits de rétention du parc Badier. Le tunnel se rapproche de la surface du sol, la profondeur étant d'environ 15 m.

2.3.1.5 Section Sevran-Livry – Sevran-Beaudottes

Sur cette section, le tunnel s'approfondit de nouveau, tout en évitant des immeubles de grande hauteur. La profondeur en sortie de la gare de Sevran-Livry est cependant suffisante pour le passage sous les voies du RER B – voir profil en long **figure 2.3-5**.

Le tunnel repasse sous les voies du RER B au niveau de la gare de Sevran-Beaudottes, passage qui justifie l'approfondissement du tunnel.

2.3.1.6 Section Sevran-Beaudottes – Aulnay

De la gare de Sevran-Beaudottes, le tunnel rejoint l'axe formé par l'ex RN2, axe large présentant un très large terre-plein central– voir profil en long **figure 2.3-5**.

Il effectue ensuite une courbe en S pour passer entre des barres d'habitation et la mosquée d'Aulnay et atteindre la gare Grand Paris Express d'Aulnay, située juste avant le rond-point de l'Europe.

2.3.1.7 Section Aulnay – Le Blanc-Mesnil

Le tunnel poursuit son parcours sous le terre-plein central de l'ex-RN2– voir profil en long **figure 2.3-5**, où le projet est conçu pour permettre la réalisation, à titre de mesure conservatoire, d'un ouvrage de débranchement. Cet ouvrage permettrait de relier la ligne 16 à un futur Site de Maintenance et de Remisage « Nord », dont la localisation exacte est en cours de définition (hors périmètre du projet soumis à la présente enquête préalable à déclaration d'utilité publique).

La profondeur du tunnel est contrainte par le passage sous l'échangeur entre l'autoroute A3 et l'ex-RN2 mais surtout sous un collecteur du SIAAP (en cours de construction) puis sous la canalisation de la Morée, au droit de la voie ferrée d'accès au site PSA Garonor.

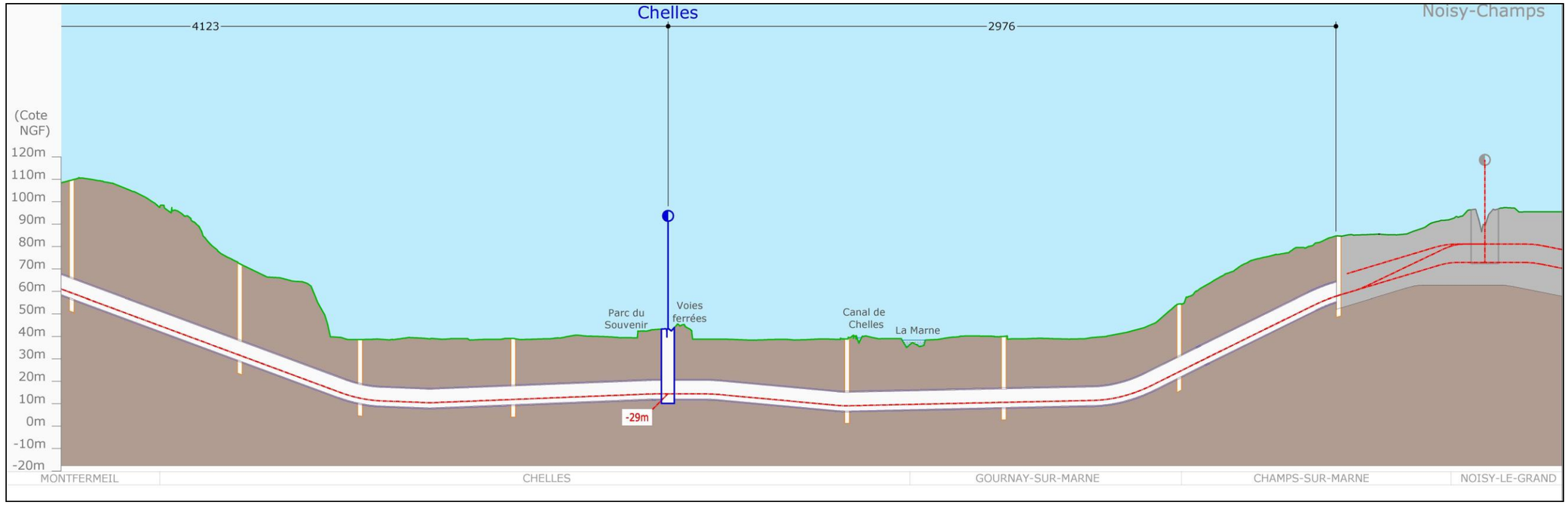


Figure 2.3-3 : Tracé de référence – Profil en long – section Noisy-Champs - Chelles – Clichy-Montfermeil

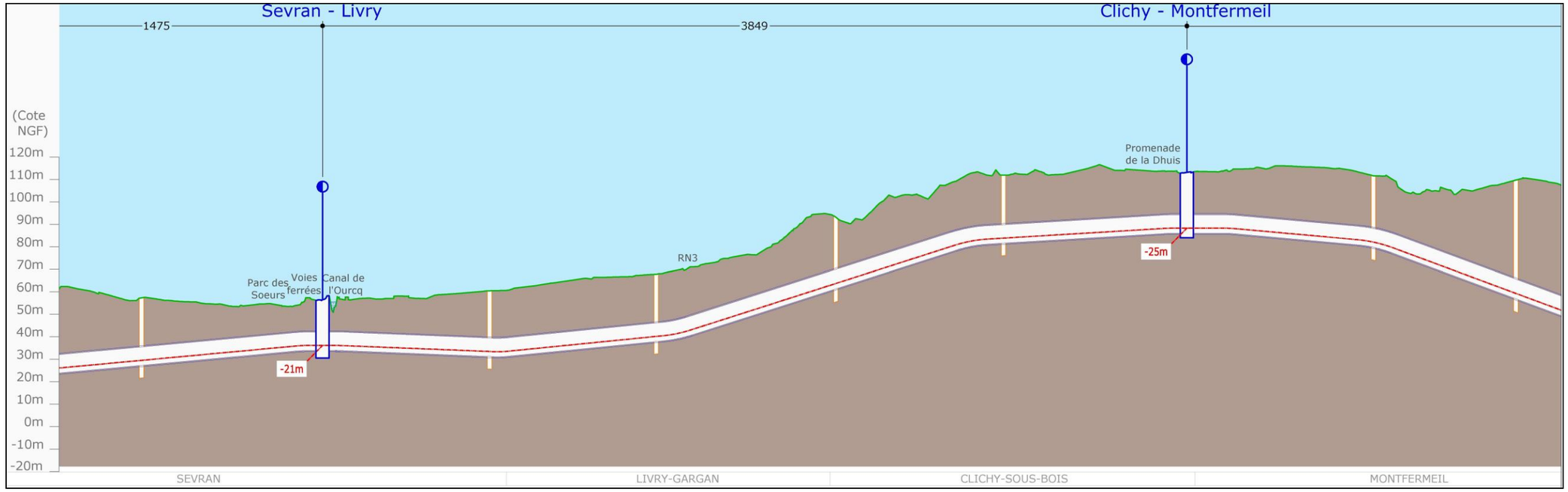


Figure 2.3-4 : Tracé de référence – Profil en long – section Clichy-Montfermeil – Sevran-Livry

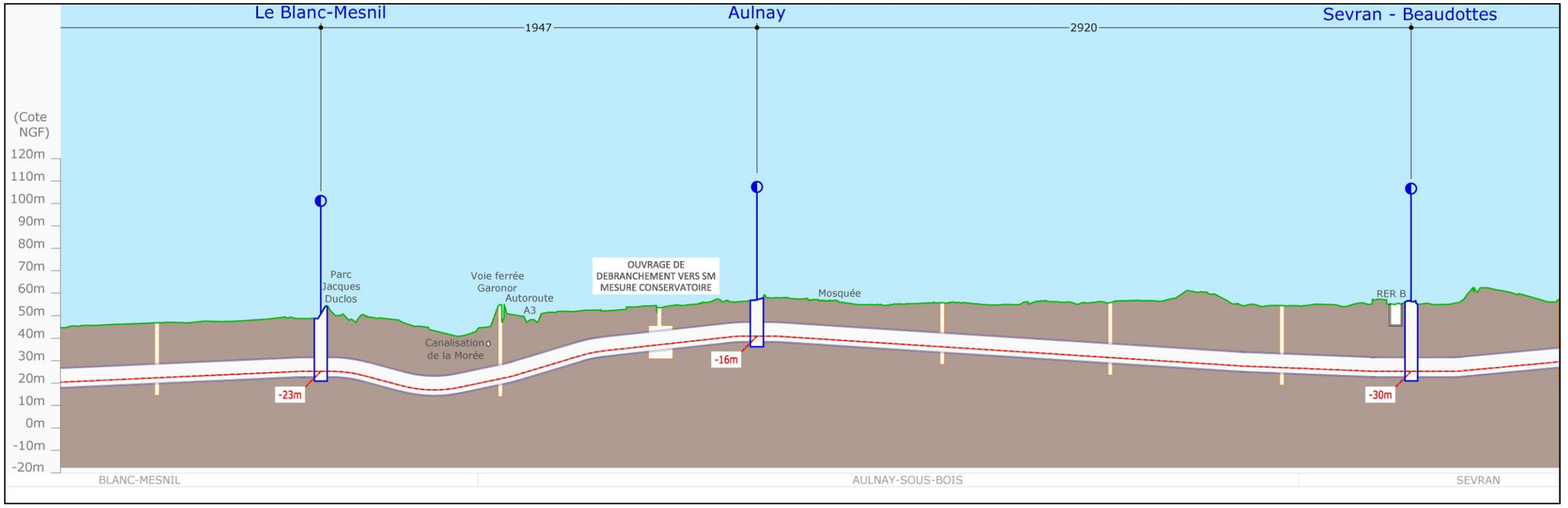


Figure 2.3-5 : Tracé de référence – Profil en long – section Sevran-Beaudottes – Le Blanc-Mesnil

2.3.1.8 Le Blanc-Mesnil – Le Bourget RER

Le tunnel suit à peu près le terrain naturel à une profondeur d'environ 30 m – voir profil en long **figures 2.3-5 et 6**.

A l'approche de la gare du Bourget RER, le tunnel plonge pour passer sous le tube sud de la ligne 17 reliant Le Bourget au Mesnil-Amelot (voir ci-après), puis remonte pour se positionner de manière parallèle aux voies empruntées notamment par le RER B.

La gare Grand Paris Express du Bourget RER est, en effet, la gare de connexion des lignes 16 et 17 et assure les correspondances. Elle se trouve à proximité immédiate des voies du RER B avec lequel elle assure la correspondance.

Le tracé s'insère alors entre les fondations de l'ouvrage des voies ferrées de la Tangentielle Nord (TLN) pour rejoindre la gare Grand Paris Express du Bourget RER.

2.3.1.9 Ligne 17 : Le Bourget RER

Le projet objet du présent dossier prend en compte un tronçon de la ligne 17. Ce tronçon est composé de deux éléments :

Un tunnel commun avec la ligne 16 entre la gare de Saint-Denis-Pleyel et l'entrée ouest de la gare du Bourget RER. Les lignes 16 et 17 ont donc un terminus commun à la gare de Saint-Denis-Pleyel.

L'ouvrage de connexion des deux lignes composé des éléments suivants :

Un ouvrage d'entonnement situé au nord-est de la station du Bourget RER, permettant le raccordement futur du tunnel de la ligne 17,

deux tubes à une voie, connectés à l'ouvrage précédent, et qui rejoignent la gare du Bourget RER. Le tracé du tube sud remonte légèrement pour passer au-dessus de la ligne 16 tout en décrivant une courbe vers l'ouest, puis s'enfonce progressivement pour arriver au niveau de la gare du Bourget RER. Le tube Nord décrit également une courbe vers l'ouest, pour se positionner au niveau de la gare du Bourget RER.

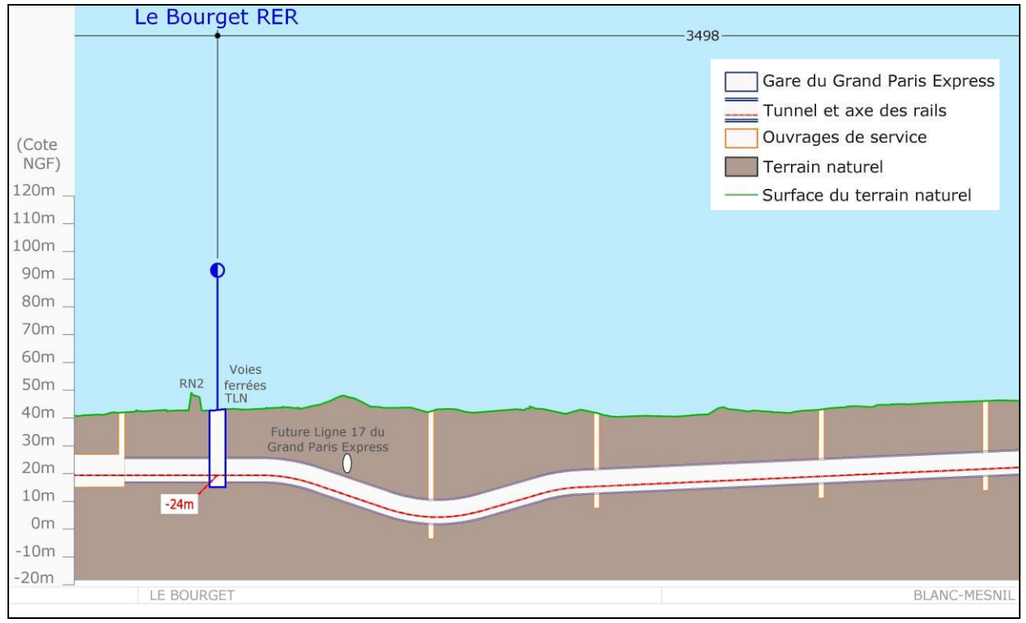
Après avoir traversé la gare, le tracé bitube rejoint l'ouvrage d'entonnement situé à l'ouest de la gare du Bourget RER. Cet ouvrage permet de réunir les lignes 16 et 17.

Le profil en long de ces tubes est présenté sur la **figure 2.3-6**. Voir également titre 2.3.7 ci-après (« *Les ouvrages d'entonnement, de débranchement et de dévoiement* »).

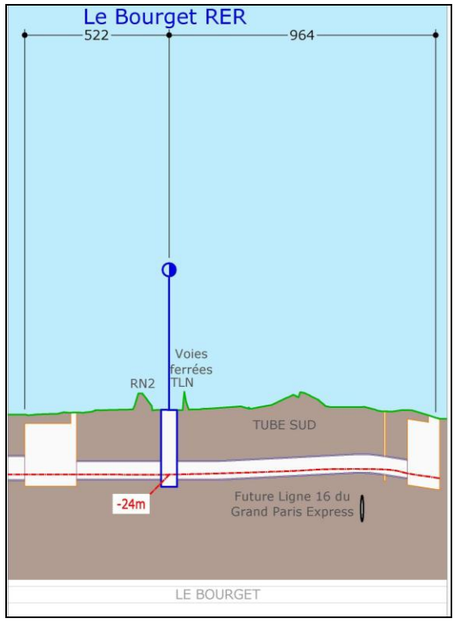
2.3.1.10 Le Bourget RER – La Courneuve « Six Routes »

Le tunnel traverse une zone industrielle, puis une zone d'habitats pavillonnaires et collectifs en évitant un bâtiment de grande hauteur et le cimetière avoisinant le carrefour des Six Routes.

Ligne 16



Ligne 17 – Tube sud



Ligne 17 – Tube nord

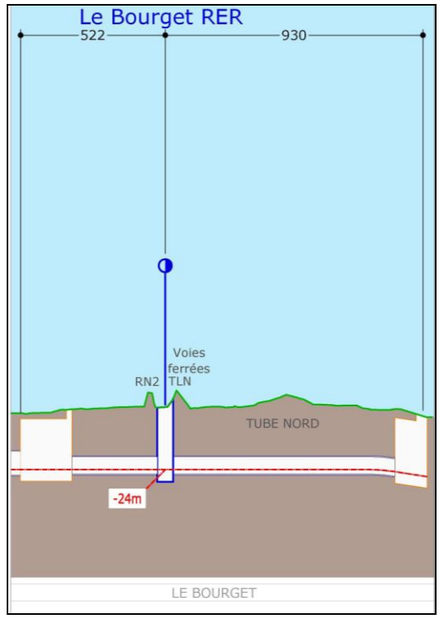


Figure 2.3-6 : Tracé de référence – Profil en long – secteur Le Bourget RER – Tunnels entonnement Ligne 17

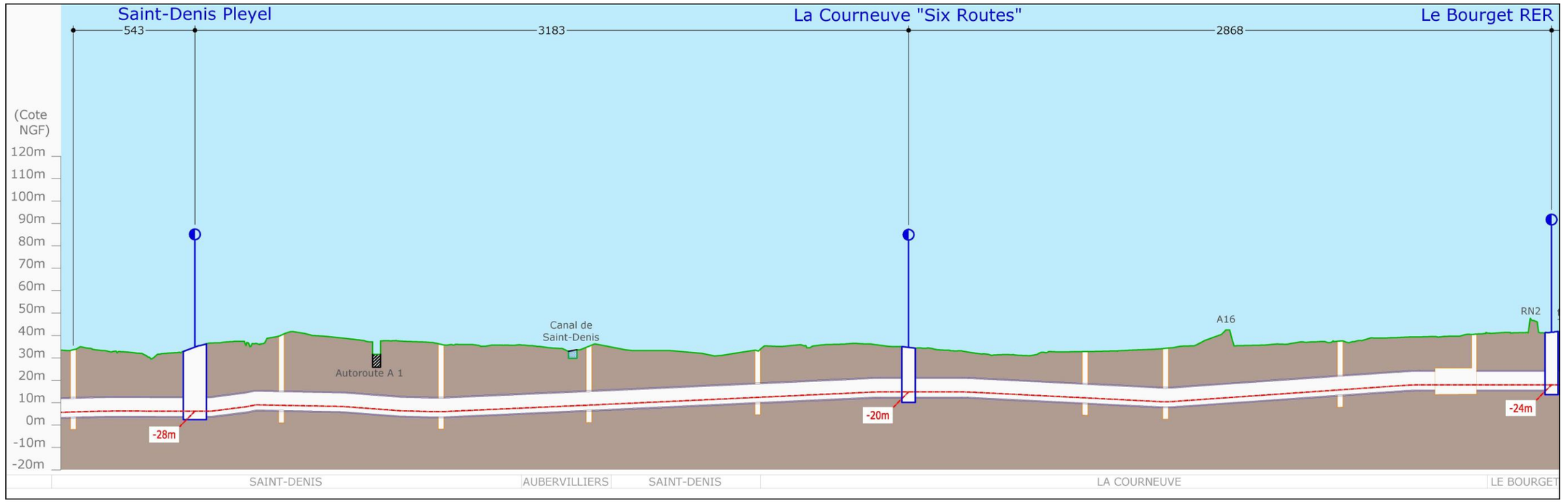


Figure 2.3-7 : Tracé de référence – Profil en long – section Le Bourget RER – Saint-Denis-Pleyel

2.3.1.11 La Courneuve « Six Routes » - Saint-Denis Pleyel

Le tunnel est suffisamment profond pour passer sous les nombreuses infrastructures du secteur (RD30, autoroute A1, autoroute A86, RER D, faisceau de voies de la gare du Nord) et sous le Canal Saint-Denis – voir profil en long **figure 2.3-7**.

2.3.1.12 Saint-Denis Pleyel – Boulevard Finot – Arrière gare Lignes 16 et 17

Le tracé situé à l'ouest de la gare de Saint-Denis-Pleyel correspond aux installations dites d'« arrière-gare » - voir profil en long **figure 2.3-7**.

Cette portion de tunnel des lignes 16 et 17, ainsi que les ouvrages qui y sont associés, assure les fonction de terminus de ces lignes, en particulier le remisage temporaire entre l'arrivée du train et son départ dans l'autre sens, le remisage des trains retirés du service hors heures de pointe.

2.3.1.13 Ligne 14 : Puits Pleyel - Saint-Denis Pleyel

Le puits « Pleyel »marque la limite sud-ouest du projet de prolongement de la ligne 14. C'est à partir de ce puits que commence le tracé de la ligne 14 relevant du projet faisant l'objet du présent dosier d'enquête préalable à déclaration d'utilité publique. Ce puits sera utilisé notamment pour la sortie du tunnelier qui creusera le prolongement de la ligne 14.

Le tunnel est positionné pour assurer la connexion entre le puits « Pleyel » et la gare Grand Paris Express de Saint-Denis Pleyel, terminus des lignes 14, 16 et 17 – voir profil en long **figure 2.3-8**.

2.3.1.14 Ligne 14 : Saint-Denis Pleyel – Arrière gare ligne 14

Cette portion de tunnel correspond aux installations dites d'« arrière-gare » de la gare de Saint-Denis Pleyel du Grand Paris Express pour la ligne 14.

L'ouvrage annexe situé à l'extrémité du tracé de la ligne 14 est commun aux lignes 14 et 16-17.

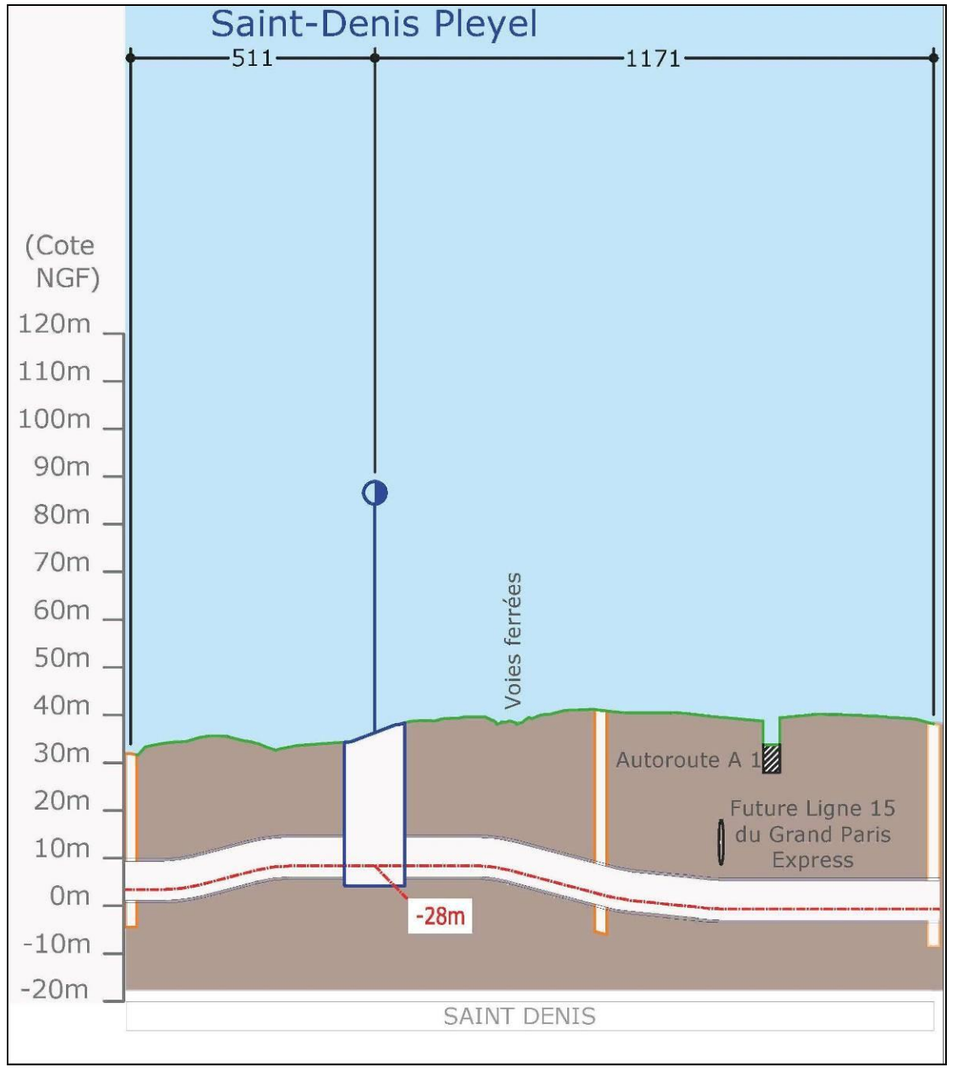


Figure 2.3-8 : Tracé de référence – Profil en long – Ligne 14

2.3.2 Présentation des ouvrages

2.3.2.1 Les caractéristiques du tunnel

Le projet présenté à l'enquête publique sera intégralement souterrain. La circulation souterraine du métro favorise une intégration discrète dans le paysage existant et sans nuisance sonore pour les riverains.

Le tunnel du réseau de métro du Grand Paris sera creusé à une profondeur de 30 m en moyenne. Cette profondeur est variable dans la mesure où le tracé du tunnel prend en compte l'environnement urbain très dense et les diverses contraintes environnementales telles que la topographie mais aussi la présence :

- de cours d'eau (notamment la Seine et la Marne),
- de nappes d'eau souterraines,
- de zones de carrières (en activité ou non).

La section courante des tunnels du projet est conçue, sur l'essentiel du tracé, pour la pose et l'équipement de deux voies de circulation. Pour les sections monovoie du bitube permettant la connexion ligne 16/ligne 17, le diamètre du tunnel sera plus petit, adapté au passage d'une seule voie.

II sera réalisé majoritairement au tunnelier afin de limiter les impacts sur la ville en termes de risques et de nuisances chantier. Plusieurs tunneliers peuvent creuser simultanément avec un rythme de progression de 10 à 12 m par jour et par tunnelier.

L'approvisionnement du tunnelier sera assuré par le train suiveur. Long d'environ 100 mètres, c'est une véritable usine essentielle pour le bon fonctionnement de la machine (cabine de pilotage, cuve à huile, cuve à mortier, container de survie, etc.).

Deux systèmes peuvent être utilisés pour assurer la stabilité du front d'attaque à l'avancement du creusement : système à pression de boue ou système à pression de terre.

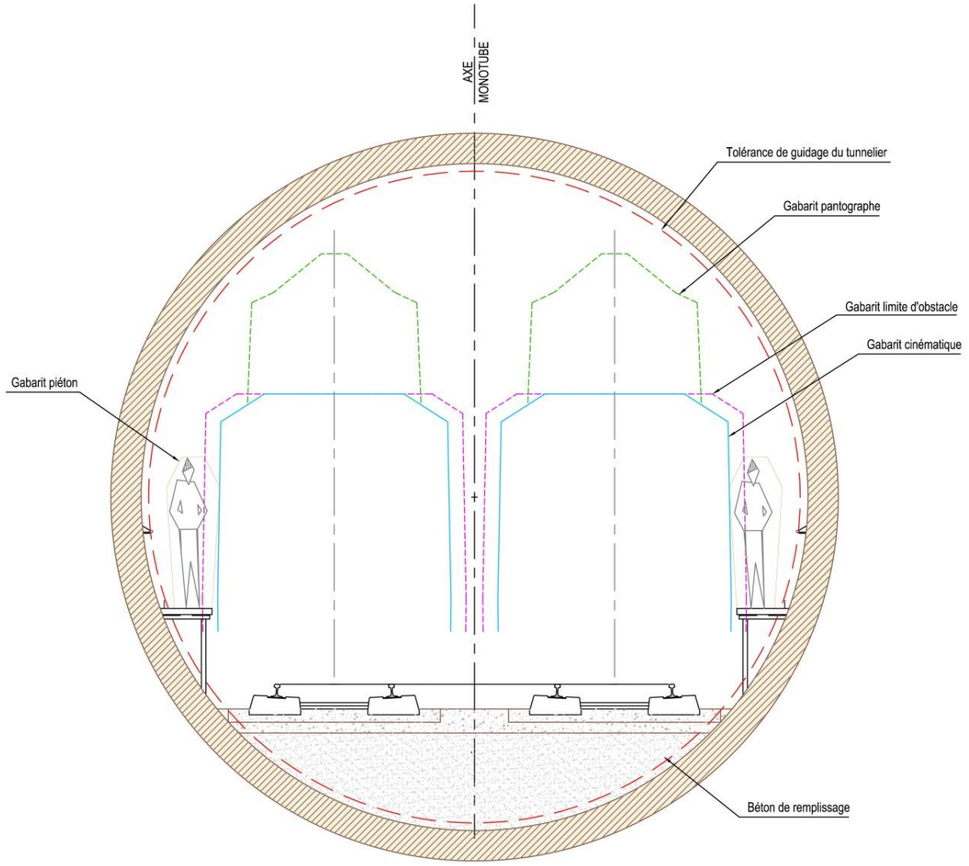


Figure 2.3-9 : Coupe type du tunnel à deux voies en alignement droit

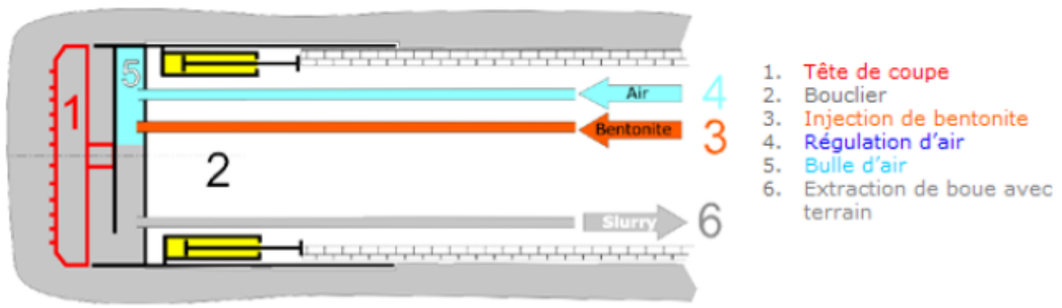


Figure 2.3-10 : Schéma de principe de fonctionnement du tunnelier à pression de boue (Source : Société du Grand Paris)

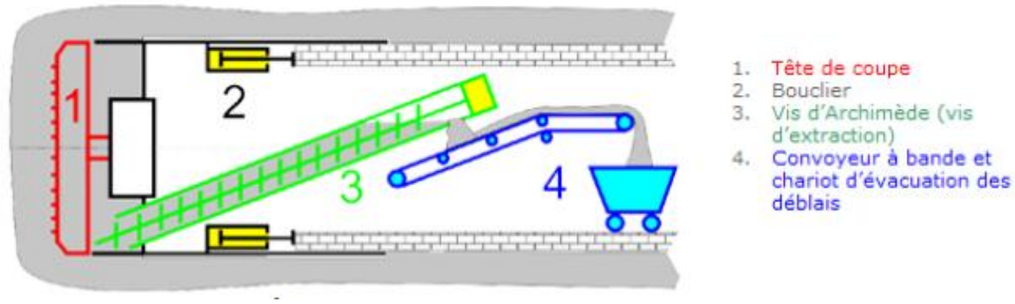


Figure 2.3-11 : Schéma de principe de fonctionnement du tunnelier à pression de terre (Source : Société du Grand Paris)

2.3.3 Les gares

Pour rappel, pour plus d'informations sur les gares, et notamment leurs caractéristiques, leur organisation, et les interconnexions ferroviaires, il convient de se référer à la pièce D « Notice explicative et caractéristiques des ouvrages les plus importants ».

2.3.3.1 Gare de Noisy – Champs

La gare Noisy – Champs, terminus des lignes 15 et 16, ne fait pas partie des gares construites dans le cadre du projet objet du présent dossier. Elle sera réalisée dans le cadre du tronçon Pont de Sèvres – Noisy-Champs (ligne 15 Sud), dont l'objectif de mise en service est 2020.

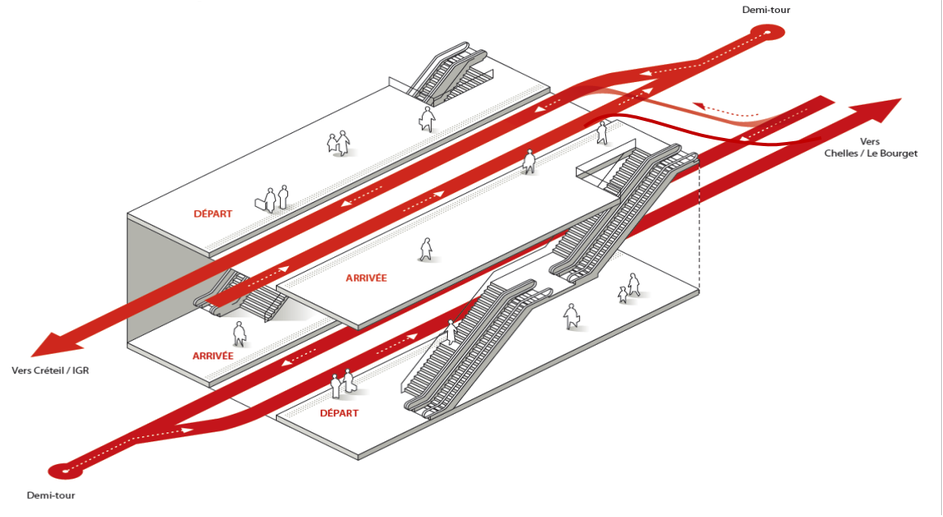
Pour tout élément concernant cette gare, il convient de se référer au dossier de la ligne 15 Sud. Néanmoins, son organisation est néanmoins rappelée dans ce chapitre puisque certains ouvrages relatifs à la ligne 16 seront anticipés dans le cadre de la réalisation de la ligne 15 Sud. Il s'agit notamment du génie civil du niveau inférieur de la gare de Noisy-Champs, niveau des quais de la ligne 16.

La gare Grand Paris Express de Noisy – Champs est localisée sur les communes de Noisy-le-Grand et Champs-sur-Marne, sous le boulevard du Ru de Nesle. Le secteur d'implantation de la gare est marqué par la proximité de zones commerciales et de logements, de zones d'activités universitaires, d'enseignement supérieur et de bureaux.

Le pôle de Noisy-Champs est situé au cœur du « Cluster Descartes » qui vise à devenir un pôle de référence international dans le domaine de la construction, de la gestion et des services de la ville durable.

La gare de Noisy – Champs est organisée en terminus pour les liaisons de la ligne rouge provenant respectivement de Saint-Denis Pleyel (ligne 16) et de Pont de Sèvres (ligne 15). Ce terminus comprend deux niveaux de manière à optimiser son exploitation et son insertion dans le site. Le niveau supérieur correspond au terminus de la ligne 15 en provenance du sud, tandis que le niveau inférieur correspond au terminus de la ligne 16 en provenance du nord. A titre d'exemple, un voyageur en provenance de Saint-Denis Pleyel monte d'un étage pour poursuivre son trajet en direction de Pont de Sèvres.

Figure 2.3-12 : Description schématique du terminus Noisy – Champs des lignes 15 et 16 du Grand Paris Express



2.3.3.2 Chelles

La gare Grand Paris Express de Chelles est localisée sur le territoire de la commune de Chelles, à proximité de la gare routière et de la gare actuelle de Chelles - Gournay, laquelle a fait l'objet d'un agrandissement dont les travaux se sont achevés en 2009. La gare du Grand Paris Express est implantée au nord des voies ferrées du réseau Paris Est et à l'est de l'hôtel des impôts, sur les parcelles d'une zone pavillonnaire destinée à muter.

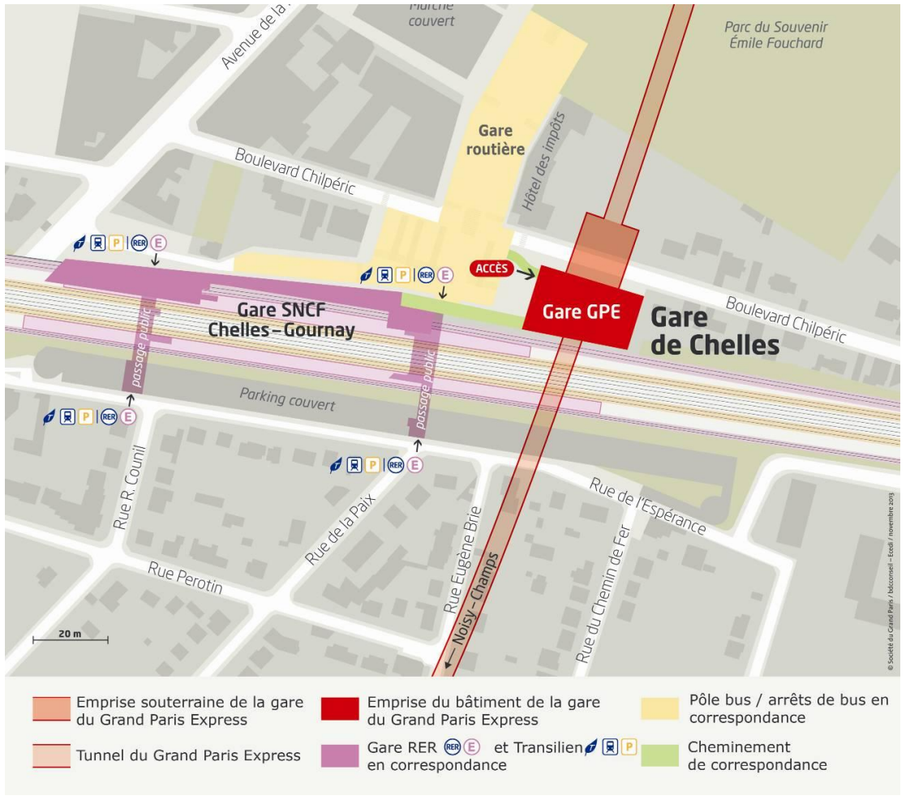
Le secteur est concerné par plusieurs projets urbains : la ZAC centre-gare, l'éco-quartier Castermant le long des voies de triage de la SNCF ou encore la ZAC de l'Aulnoy à ce jour livrée en grande partie.

Par ailleurs, le centre-ville de Chelles est en constante évolution avec notamment l'inauguration récente du gymnase Henri-Bianco (début 2012), ou encore le projet de réalisation d'une nouvelle médiathèque, à l'emplacement du gymnase du Poncelet.

La gare permet la correspondance avec les différentes lignes de transport en commun du pôle existant : lignes ferroviaires (ligne E du RER à son terminus, ligne P du Transilien) et lignes de bus desservant la gare routière. Le site actuel comprend également un parc-relais de 570 places.

La gare Grand Paris Express de Chelles est située à une profondeur de 28 mètres environ (niveau des quais) par rapport au niveau du terrain naturel.

Figure 2.3-13 : Chelles – Plan de situation



2.3.3.3 Clichy – Montfermeil

La gare Grand Paris Express de Clichy - Montfermeil est située entre la promenade de la Dhuis et l'allée Anatole France, sur le secteur dit « central » du programme de rénovation urbaine en cours de définition.

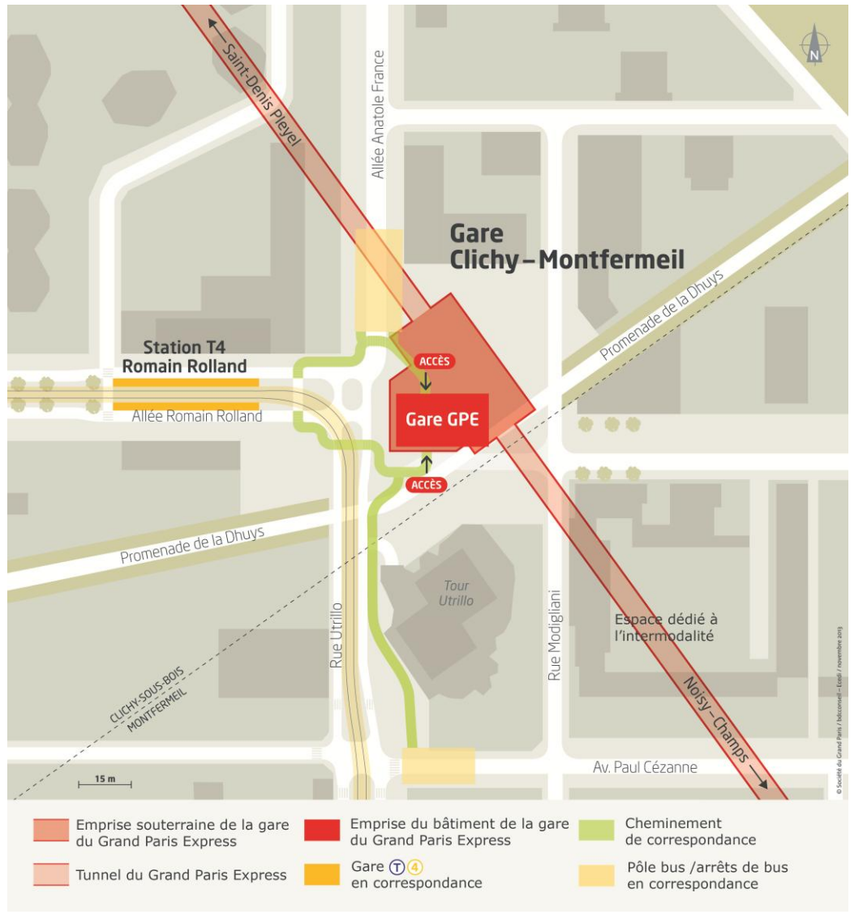
Elle prend place au cœur du projet de Contrat de Développement Territorial de l'Est de la Seine-Saint-Denis et s'intègre dans les projets du Programme de Rénovation Urbaine (PRU) entamés depuis plusieurs années par les villes de Clichy-sous-Bois et de Montfermeil.

Elle est le symbole fort de la transformation de ce quartier aujourd'hui non desservi par les modes lourds pour des raisons géographiques (forêt de Bondy, plateau de Clichy-Montfermeil) en un pôle d'intermodalité structurant, qui désenclavera durablement la zone.

La gare permet la correspondance avec la future ligne de tramway T4, qui se prolongera depuis la station existante de Gargan jusqu'au centre-ville de Montfermeil et desservira le centre hospitalier intercommunal Le Raincy - Montfermeil.

La gare Grand Paris Express de Clichy-Montfermeil est située à une profondeur de 24 m environ (niveau des quais) par rapport au terrain naturel.

Figure 2.3-14 : Clichy – Montfermeil – Plan de situation



2.3.3.4 Sevran-Livry

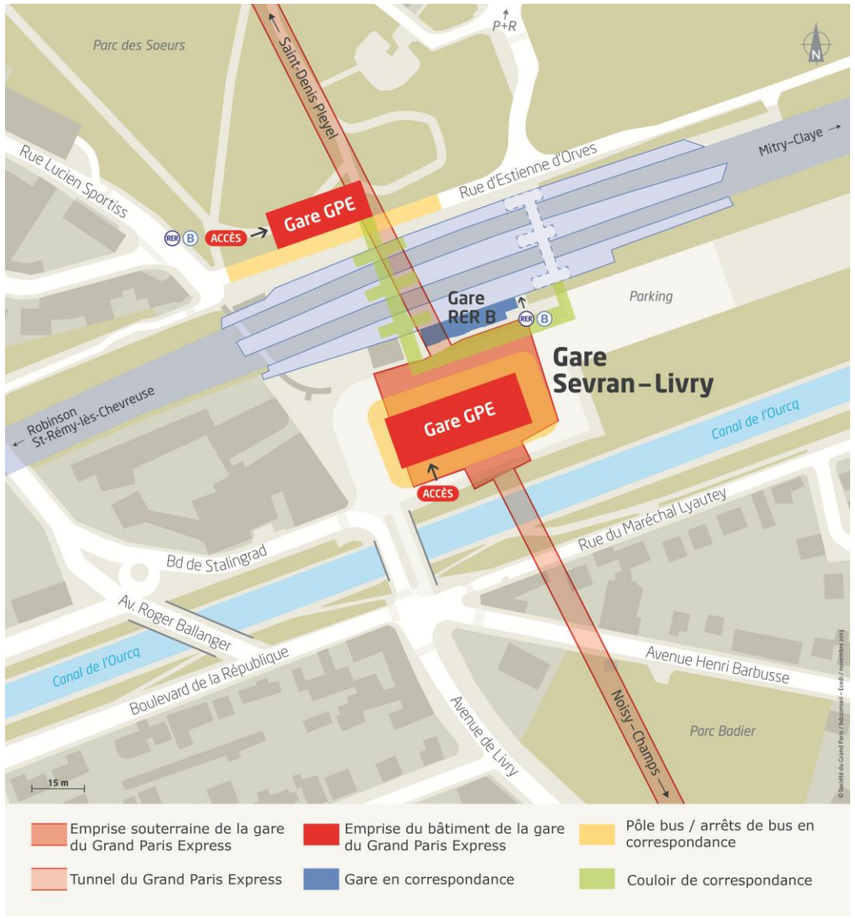
La gare Grand Paris Express de Sevran - Livry est située au sud des voies ferrées empruntées notamment par le RER B, sous l'actuelle place de la gare de Sevran - Livry.

La gare de Sevran - Livry s'inscrit dans un territoire en cours de mutation. Les études réalisées dans le cadre du projet de Contrat de Développement Territorial (CDT) « Est Seine-Saint-Denis » positionnent cette gare au sein du pôle de développement urbain de Sevran et la caractérise comme une gare « entrée de parc » au contact du parc de la Poudrerie, situé à l'est de la zone et classé Natura 2000.

La gare Grand Paris Express permet la correspondance avec la gare actuelle, aujourd'hui desservie par la ligne B du RER. Elle est située à une profondeur de 20 mètres environ (niveau des quais) par rapport au niveau du terrain naturel.

La restitution de la gare routière existante est prévue dans l'opération.

Figure 2.3-15 : Sevran – Livry – Plan de situation



2.3.3.5 Sevran – Beaudottes

La gare Grand Paris Express de Sevran – Beaudottes est située sous l'avenue Raoul Dautry, au niveau du rond-point Tiananmen, à proximité immédiate de la gare routière existante et du centre-commercial de Sevran.

Elle est située dans un secteur de requalification urbaine dans le cadre des dispositifs de l'Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine (ANRU).

La gare s'inscrit également dans le cadre du projet de Contrat de Développement Territorial « Est Seine-Saint-Denis » qui la positionne au cœur du pôle de développement urbain de Sevran et la caractérise comme une gare « parvis », à l'intersection d'axes structurants, l'avenue Raoul Dautry et l'avenue Salvador Allende.

La gare de Sevran – Beaudottes permet la correspondance avec la ligne B du RER, en souterrain, et les bus desservant la gare routière existante. La restitution de la gare routière est prévue dans l'opération : l'offre de bus sera restructurée et réorganisée afin d'intégrer les nouvelles fonctionnalités de l'émergence Grand Paris Express et d'assurer une desserte optimale en terme de confort et de sécurité du pôle multimodal.

Figure 2.3-16 : Sevran – Beaudottes – Plan de situation



2.3.3.6 Aulnay

La gare Grand Paris Express d'Aulnay est implantée au nord de la ville, dans l'axe de l'ex-RN2, sous la parcelle du terre-plein central libre de toute construction délimitée à l'ouest par le rond-point de l'Europe, au nord par la rue Paul Cézanne et au sud par le boulevard Marc Chagall.

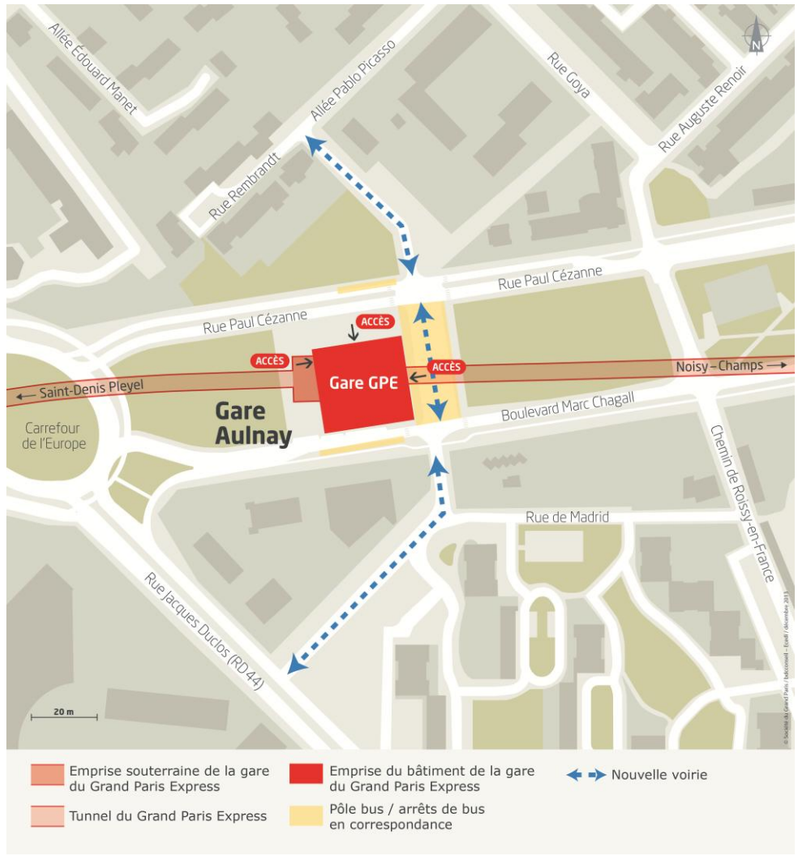
La gare se trouve ainsi à la jonction de plusieurs vastes territoires urbains monofonctionnels : zones économiques (La Fosse à la Barbière, Les Mardelles), industrielles (PSA) et commerciales (centre commercial Oparinor), essentiellement à l'ouest du rond-point de l'Europe ; zones d'habitat pavillonnaire et collectif à l'est (quartier de la Rose des Vents).

La gare est implantée au cœur d'un secteur en profonde mutation, faisant l'objet de nombreux projets de restructuration de l'habitat et des espaces publics. Elle s'inscrit également dans le projet de Contrat de Développement Territorial (CDT) « Est Seine-Saint-Denis ».

La convention de l'Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine (ANRU - Programme de Rénovation Urbaine nord d'Aulnay-sous-Bois), signée en 2004, s'est concrétisée notamment par le projet de requalification de l'ex-RN2, par le projet de la ZAC des Aulnes et par la rénovation de plus de 800 logements, dont le quartier de la Rose des Vents.

La gare Grand Paris Express d'Aulnay est située à une profondeur de 15 mètres (niveau des quais) environ par rapport au niveau du terrain naturel et comporte deux niveaux de sous-sol.

Figure 2.3-17 : Aulnay – Plan de situation



2.3.3.7 Le Blanc-Mesnil

La gare Grand Paris Express du Blanc-Mesnil est située dans le parc Jacques Duclos, selon un axe perpendiculaire à l'avenue de la Division Leclerc.

La gare s'inscrit dans une logique d'amélioration de la desserte locale d'un secteur aujourd'hui éloigné de tout mode lourd de transport en commun et soutient les opérations de requalification du centre-ville du Blanc-Mesnil.

La gare Grand Paris Express du Blanc-Mesnil est située à une profondeur de 22 mètres (niveau des quais) environ par rapport au niveau du terrain naturel.

Figure 2.3-18 : Le Blanc-Mesnil – Plan de situation



2.3.3.8 Le Bourget RER

La gare Grand Paris Express du Bourget RER est située en bordure nord des voies du RER B et à proximité de la gare actuelle.

La communauté d'agglomération de l'Aéroport du Bourget (CAAB) projette, dans le cadre du Contrat de Développement Territorial (CDT) du Pôle métropolitain du Bourget, une mutation importante du secteur autour d'un futur équipement public commun aux différents opérateurs de transports sur site, intégrant des services et commerces et destiné à être le catalyseur d'un développement immobilier et économique important.

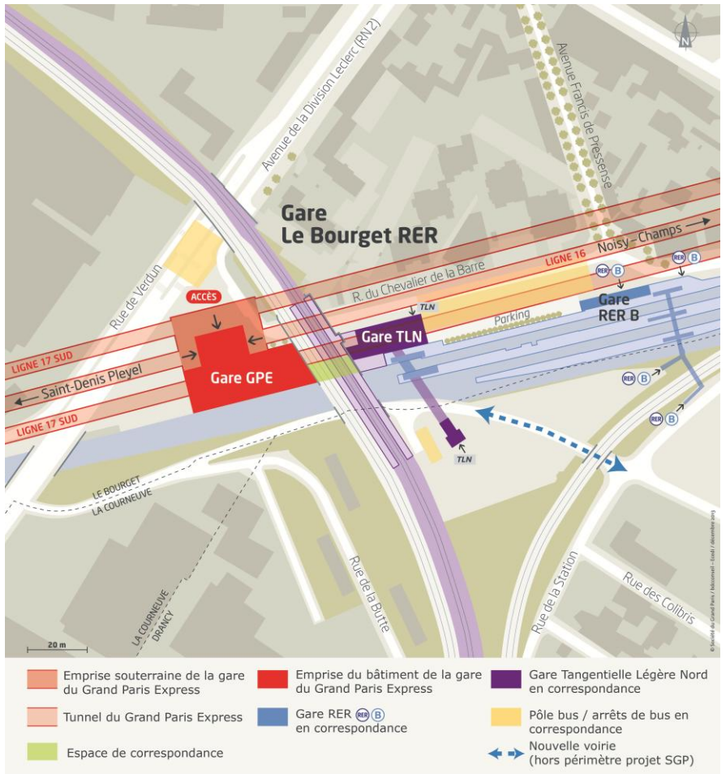
La zone est également marquée par la présence du projet de réalisation de la ZAC Romain Rolland, implantée sur les anciens terrains d'Alstom, au sud-ouest de la gare.

La gare du Bourget RER permet la correspondance entre les lignes 16 et 17 du Grand Paris Express. Sa conception assure également la transition entre le tronçon commun à l'ouest et la séparation des lignes à l'est (la ligne 16 ayant pour direction Noisy – Champs et la ligne 17 Le Mesnil-Amelot).

L'insertion de la gare du grand Paris Express dans ce secteur permettra d'accompagner et de compléter la création d'un pôle multimodal majeur, accueillant une gare routière, le futur Tram Express Nord (ou Tangentielle Légère Nord / TLN), la ligne B du RER, le réseau Grand Paris Express et, à plus long terme, le projet de prolongement de la ligne 7 du métro parisien.

Les quais sont implantés à 22,5 m en moyenne sous la surface du sol.

Figure 2.3-19 : Le Bourget RER – Plan de situation



2.3.3.9 La Courneuve « Six Routes »

La gare Grand Paris Express La Courneuve « Six Routes » est située au niveau du Carrefour des Six Routes à La Courneuve.

Elle se connecte au tramway T1 et aux nombreuses lignes de bus présentes autour du carrefour.

Située à l'articulation du centre-ville et des quartiers d'habitat des 4000 Nord et Sud en cours de rénovation, la gare sera également un vecteur de transformation urbaine de la zone vers un site plus urbain, aujourd'hui traversé par de nombreuses voiries menant à un rond-point surdimensionné. Ce secteur est également caractérisé par d'importantes emprises industrielles mutables.

L'aménagement permettra d'atténuer le caractère routier du rond-point par la création d'un parvis de gare, qui connectera les zones d'habitation au centre-ville en redonnant de l'espace de qualité aux piétons. A terme, il est prévu que la gare constitue l'amorce d'une densification des abords d'un carrefour des Six Routes resserré, avec la construction de programmes mixtes sur les différentes parcelles mutables du secteur.

Figure 2.3-20 : La Courneuve « Six Routes » – Plan de situation



2.3.3.10 Saint-Denis Pleyel

La gare Grand Paris Express Saint-Denis Pleyel est localisée à l'ouest du faisceau ferré du RER D, le long de la rue Pleyel.

Elle est une des gares les plus importantes du réseau Grand Paris Express, en termes de prévision de flux de voyageurs et de nombre de lignes en interconnexion. Les lignes 14, 15, 16 et 17 s'y rejoignent et offrent ainsi aux voyageurs un pôle d'échange majeur. Elle permettra à terme de relier Roissy à Orly, la Défense et Paris par le biais d'une correspondance optimisée.

L'aménagement d'une passerelle de correspondance avec la gare du RER D permettra de traverser le faisceau ferré de Saint-Denis, et garantira également l'ouverture de la gare Grand Paris Express sur les quartiers situés à l'est du faisceau ferroviaire.

La faisabilité de création d'un arrêt de la ligne H du Transilien en gare de Stade de France – Saint-Denis (RER D) est par ailleurs en cours d'études, sous maîtrise d'ouvrage de RFF.

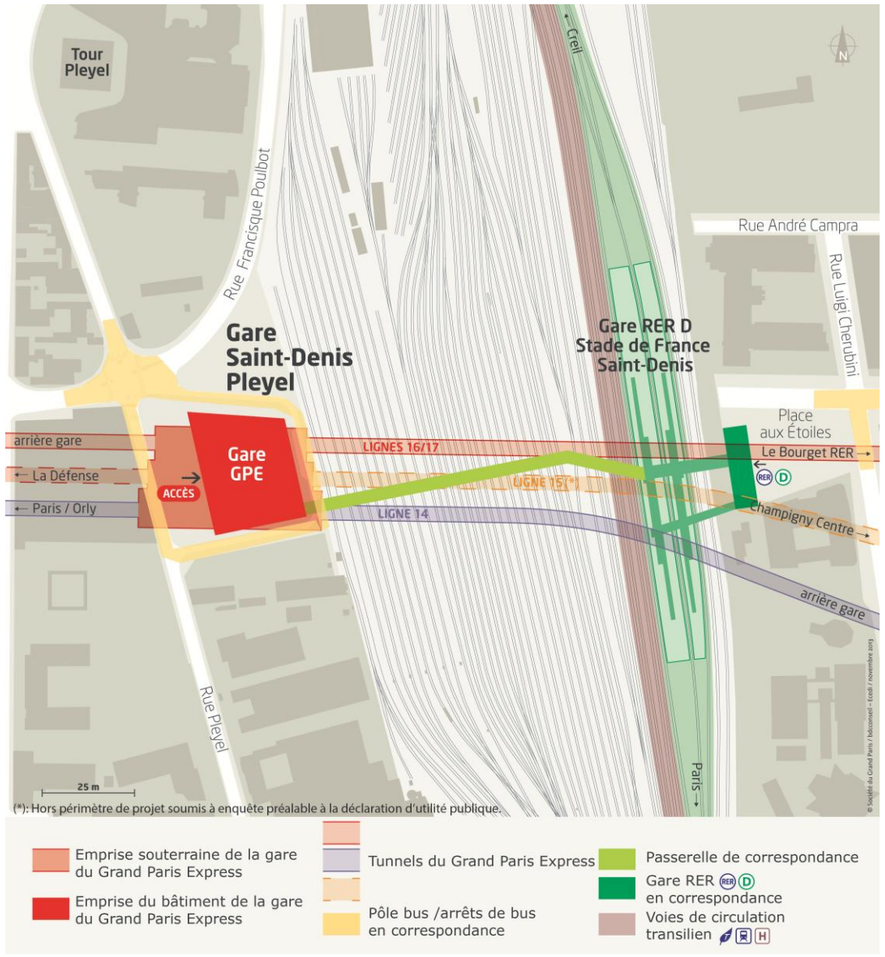
La ZAC du Landy, à l'est, est en voie d'achèvement, tandis que le secteur Pleyel fait l'objet d'une vaste étude de revalorisation urbaine qui prévoit la réalisation de logements, de bureaux, de commerces et d'équipements dans le cadre du Contrat de Développement Territorial (CDT) « Territoire de la Culture et de la Création ».

La gare viendra ainsi accompagner l'évolution du secteur Pleyel, tête de réseau du Territoire de la Création, vers un pôle de vie et d'activités majeur de l'Ile de France.

Les quais sont situés à une profondeur moyenne de 27 m environ au-dessous du terrain naturel.

La particularité de la gare est d'accueillir l'ensemble des quais des lignes au même niveau, positionnés de manière parallèle. L'essentiel des correspondances entre les lignes transitent par la mezzanine implantée au-dessus des voies.

Figure 2.3-21 : Saint-Denis Pleyel – Plan de situation



2.3.4 Les sites industriels

Ces sites sont essentiels pour le fonctionnement du futur métro. Ils seront donc répartis sur l'ensemble du réseau.

2.3.4.1 Présentation des sites de maintenance du réseau du Grand Paris Express

La dimension du réseau du Grand Paris Express impose de disposer de plusieurs installations de maintenance, dédiées à une ligne ou une portion de ligne. Ces sites permettent d'assurer la maintenance des matériels roulants, des infrastructures et des systèmes d'exploitation du Grand Paris Express.

Les sites de maintenance et de remisage des trains (SMR)

Ils assurent la maintenance en atelier du matériel roulant (dépannage, entretien, remplacement) ainsi que le lavage et le remisage des trains. Ils peuvent également accueillir des fonctions d'exploitation des lignes (poste de commandement centralisé, encadrement opérationnel de la ligne…).

Les centres de dépannage rapide des trains (CDR)

Ces centres permettent de réaliser des interventions rapides sur les trains. Ils peuvent notamment être situés en arrière-gare de terminus.

Les sites de maintenance des infrastructures (SMI)

Ils assurent la maintenance des voies et des équipements fixes du système de transport : traction, basse tension, signalisation, automatismes de conduite, courants faibles, équipements électromécaniques. Ils peuvent le cas échéant être regroupés avec les sites de maintenance et de remisage des trains.

Les postes de commandement centralisé (PCC)

Ce sont les centres par lesquels transitent toutes les informations relatives à l'exploitation des lignes (manœuvre, régulation, énergie, trafic voyageurs…).

2.3.4.2 Sites de maintenance associés au projet

Les sites industriels qui seront utilisés en exploitation par les trains circulant sur les tronçons composant le projet seront :

- **Pour le tronçon Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis-Pleyel** : ce tronçon est intégré à la ligne 14, ou ligne bleue, dont il constitue l'extrémité nord. La ligne 14 bénéficiera, à l'horizon de l'ouverture du prolongement à Saint-Denis Pleyel, des installations de maintenance qui seront en service au nord de la ligne (site de maintenance de Saint-Ouen) et au sud (centre de dépannage de Villejuif, réalisé dans le cadre du prolongement Sud de la ligne entre Olympiades et Villejuif Institut Gustave Roussy).

- **Pour le tronçon Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel** : les activités de maintenance et d'exploitation des lignes 16 et 17 sont assurées par un site « Nord » dédié, permettant de répartir au mieux ces fonctions sur l'ensemble du réseau Grand Paris Express. Ce site, dont l'implantation est actuellement en cours d'étude à Aulnay-sous-Bois, ne fait pas partie du projet soumis à la présente enquête publique préalable à déclaration d'utilité publique : une fois l'insertion définitive de ce site retenue, en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés, celui-ci sera intégré au plus tôt aux études et aux dossiers réglementaires concernant le tronçon Le Bourget RER – Le Mesnil-Amelot (ligne 17 Nord), avec l'objectif d'une mise en service simultanée de ce site avec la ligne 16 à l'horizon 2023.

2.3.5 Les puits de ventilation et d'accès secours

Ces ouvrages sont ceux qui permettent l'accès au réseau, l'entretien du matériel et son stockage en cas de non circulation sur la ligne.

La réglementation sur les tunnels (arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes) impose un intervalle maximal de 800 m pour les puits d'accès secours et de 1600 m pour les puits de ventilation / désenfumage. Ces deux fonctions sont intégrées en un seul ouvrage dans le projet.

2.3.5.1 Fonctions des puits

La réalisation des ouvrages d'intergares, essentiellement des puits, résulte de l'application de l'arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes.

Ceux-ci doivent être implantés tous les 800m. Les gares sont considérées comme des puits de ventilation/accès secours.

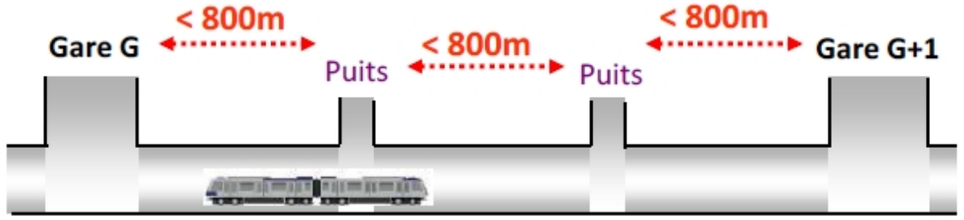


Figure 2.3-34 : Principe d'implantation des puits de ventilation et d'accès secours

Les puits seront susceptibles d'assurer ces 3 fonctions principales :

- **accès secours** : Lorsque le tunnel est entre 0 et 30m, les puits d'accès pompier est un escalier qui permet le passage des pompiers avec leur équipement. Lorsque le tunnel est à plus de 30m de profondeur, ils intègrent un monte-charge pour le transfert des équipements de secours.

- **décompression du tunnel** : le déplacement du métro dans le tunnel engendre des zones de surpression situés à l'avant des trains et des zones de dépression situées à l'arrière. Les puits, connectés à la surface du sol, permettent la régulation de ces surpressions et dépressions par mouvement de masses d'air.

- **ventilation / désenfumage du tunnel** : Les puits de ventilation permettent le renouvellement de l'air intérieur de la partie souterraine de l'infrastructure. Ce

renouvellement est essentiel, à la fois en termes de régulation thermique et en termes de qualité de l'air intérieur. Le désenfumage en cas d'accident est une fonction essentielle de ces puits. Le renouvellement est actif, car réalisé par des turbines d'aération placées dans les puits et exportant l'air intérieur vers l'extérieur. L'apport d'air frais dans le réseau peut se faire par ventilation naturelle, ou mécanique lorsque cela est nécessaire.

2.3.5.2 Différents types de puits

La disposition du puits privilégiée est le puits décentré de l'axe du tunnel avec rameau d'interconnexion avec le tunnel : cette disposition a l'avantage de s'adapter à de très nombreuses configurations et est plus facile à réaliser avec un tunnel déjà en place.

Le choix du puits rectangulaire ou circulaire avec un rameau est lié à la géométrie du tracé et au foncier disponible. En effet, compte tenu de la densité de l'urbanisation, le choix de l'implantation des puits a été contraint par l'occupation du sol en surface au droit du tracé.

La longueur du rameau d'interconnexion dépend directement de la position de l'émergence en surface.

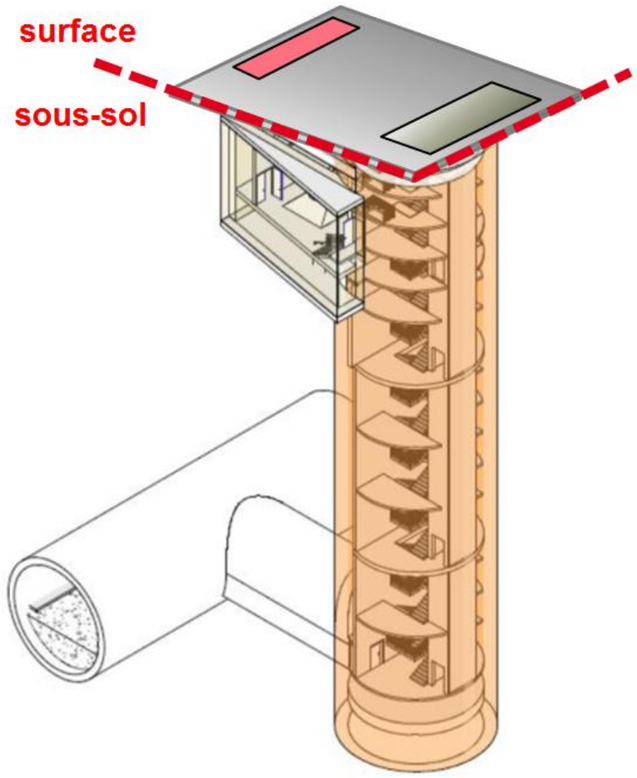


Figure 2.3-22 : Exemple d'ouvrage relié au tunnel par un rameau (Source : Société du Grand Paris)

2.3.5.3 Les émergences en surface

A terme, seules les émergences du puits resteront visibles. Il s'agit dans le cas général de la grille de ventilation/désenfumage (pour les ouvrages avec système de ventilation) et de la trappe d'accès pompier.

2.3.6 Les puits d'attaque et de sortie des tunneliers

Ces puits particuliers sont creusés dans le sol, à l'intérieur d'une enceinte périphérique de parois moulées. Leur profondeur peut varier de 20 à 40 mètres selon la profondeur du tunnel. Leur section en travers est de taille variable. En effet, certains de ces puits seront constitutifs d'ouvrages des gares.

Les puits de chantier peuvent utiliser les emprises d'une future gare ou d'un futur ouvrage de service et bénéficier d'installations de chantiers communes aux deux ouvrages. Cependant, il est parfois nécessaire d'implanter les puits sur des emprises spécifiques.

Une fois le puits réalisé et les installations de chantier aménagées, le tunnelier est acheminé pièce par pièce et par convoi spécial jusqu'au puits, avant d'être assemblé en partie inférieure de l'ouvrage.

Le tunnelier peut alors entamer son travail d'excavation du tunnel sur une section prédéfinie. Le puits d'entrée sert, durant cette phase, à la logistique du tunnelier ainsi qu'à l'évacuation des terres excavées. A l'achèvement de la section concernée, le tunnelier est démonté au sein d'un puits de sortie. Il est ensuite déplacé par convoi spécial et peut être remonté dans un nouveau puits d'entrée si nécessaire.

Neuf puits de tunneliers, dont cinq servent au montage des tunneliers, puis à la logistique de leur fonctionnement, sont aménagés pour la réalisation du projet.

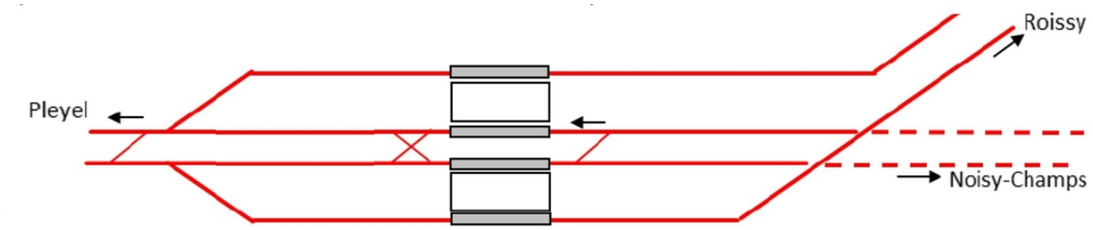
2.3.7 Les ouvrages d'entonnement, de débranchement et de dévoiement

Un ouvrage d'entonnement permet le raccordement d'ouvrages souterrains pouvant avoir des sections différentes. Cet ouvrage complexe regroupe généralement dans un volume restreint plusieurs fonctionnalités (outre le raccordement des voies souterraines : puits de ventilation, accès de secours, etc.) et nécessite un phasage des travaux extrêmement précis

2.3.7.1 Ouvrages d'entonnement bitube de la ligne 17

La configuration de la gare du Grand Paris Express du Bourget RER, décrite dans les chapitres précédents, prévoit le passage de la ligne 17 sur les quais extérieurs et le passage de la ligne 16 sur les quais centraux. De ce fait, la ligne 17 comporte nécessairement deux tunnels monovoies de part et d'autre de la boîte de la gare (configuration dite « bitube »), alors que la ligne 16 comporte un seul tunnel à deux voies (configuration dite « monotube »).

Figure 2.3-23 : Principe de fonctionnement de la gare du Bourget RER



Le tunnel bitube de la ligne 17 commence à l'ouest de la gare du Bourget RER dans un ouvrage d'entonnement prévu à cet effet.

Cet ouvrage permet le raccordement des voies des lignes 16 et 17, et la configuration bitube évite le croisement à niveau des voies, facilitant ainsi l'exploitation et les correspondances en gare.

A l'est de la gare du Bourget RER, la ligne 17 bifurque vers le nord pour rejoindre, à terme, la gare Grand Paris Express du Bourget Aéroport, puis Roissy et Le Mesnil-Amelot.

Figure 2.3-24 : Schéma de l'ouvrage d'entonnement des lignes 16 et 17



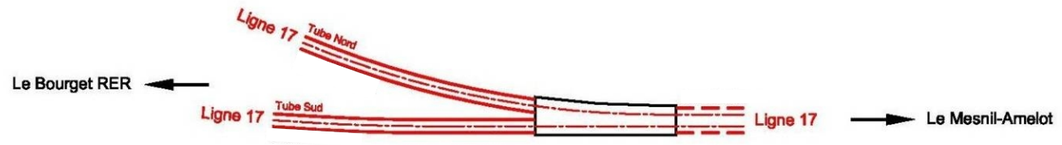
Le tube Sud de la ligne 17 passe sous le tunnel de la ligne 16. Afin de répondre au mieux aux exigences d'optimisation des phases de réalisation du réseau, le projet objet du présent dossier intègre la réalisation du tronçon bitube de la ligne 17, bien que les mises en service des autres tronçons de la ligne 17 soient prévues ultérieurement.

A l'est de la gare du Bourget RER, les tubes nord et sud du bitube de la ligne 17 se prolongent donc sur une distance de 800 mètres environ jusqu'à un second ouvrage d'entonnement qui permet de les réunir.

La figure ci-dessous présente le principe de fonctionnement de cet ouvrage. Le tunnel à deux voies se dirigeant vers Le Mesnil-Amelot sera réalisé dans une phase ultérieure du projet Grand Paris Express.

Cet ouvrage d'entonnement permettra de réaliser ultérieurement le prolongement de la ligne 17 avec un seul tunnel à deux voies (opération non incluse dans le projet objet du présent dossier). Cette configuration est plus favorable qu'une configuration présentant deux tunnels car elle permet de limiter les expropriations, les longueurs d'aménagement, le nombre d'ouvrage annexes, les coûts, ainsi que les durées de réalisation.

Figure 2.3-25 : Schéma de l'ouvrage d'entonnement monotube/bitube de la ligne 17



2.3.7.2 Ouvrage de débranchement du SMR « Nord »

Le projet objet du présent dossier est conçu pour permettre la réalisation d'un ouvrage de débranchement du tunnel entre les gares d'Aulnay et du Blanc-Mesnil.

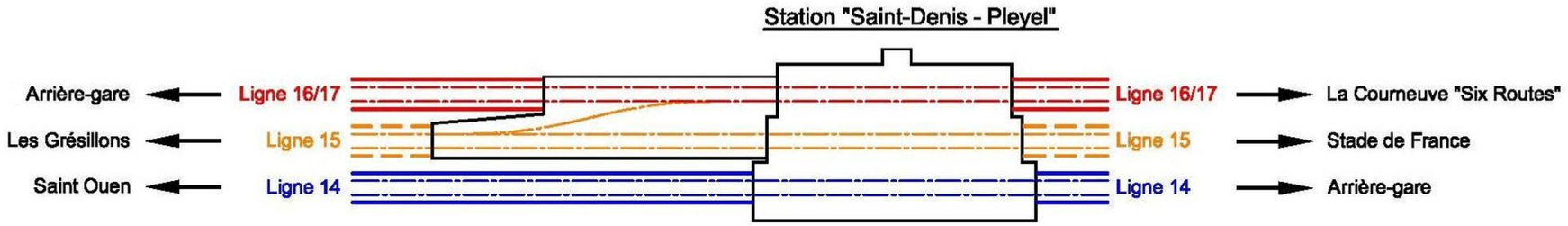
Cet ouvrage, prévu à titre de mesure conservatoire, permettra d'offrir une liaison directe entre la ligne 16 et le futur Site de Maintenance et de Remisage « Nord » du réseau Grand Paris Express, qui doit être réalisé dans le secteur d'Aulnay-sous-Bois.

La réalisation de cet ouvrage au titre de mesure conservatoire rend la réalisation du tunnel de raccordement entre la ligne 16 et le site plus simple et moins coûteuse. L'ouvrage d'entonnement contiendra également un puits de ventilation / désenfumage et d'accès des secours, permettant ainsi la mutualisation des coûts de construction.

Figure 2.3-26 : Schéma de l'ouvrage de débranchement vers le SMR « Nord »



Figure 2.3-27 : Schéma de l'ouvrage de raccordement de service à l'ouest de la gare Saint-Denis Pleyel



2.3.7.3 Ouvrage de raccordement de service entre les tunnels des lignes 15 et 16/17

Un ouvrage de raccordement de service au niveau de l'arrière-gare de Saint-Denis Pleyel est envisagé afin de permettre, à terme, à des trains de travaux de passer des voies de la ligne 15 aux voies des lignes 16 et 17 et inversement.

2.3.8 Les bases chantier

La construction de chaque élément de l'ouvrage nécessite la mise en place d'une base chantier. La durée minimale d'un chantier de construction est de 6 mois. Cette durée s'étend à quelques années, au moins 3 ans pour les gares et 4 ans pour les puits d'attaque de tunnelier.

Cette emprise, dont la taille est supérieure à celle de l'excavation nécessaire à la construction de l'élément considéré doit permettre d'assurer toutes les fonctions du chantier dans une zone close et clairement délimitée pendant toute la durée du chantier :

- Base vie des ouvriers : la réglementation, en particulier le code du travail, impose des caractéristiques aux bases vies : salle de réunion, sanitaires (toilettes et douches), vestiaire, stationnement des véhicules,
- Aire de circulation des camions approvisionnant le chantier et évacuant les déblais et déchets,
- Aire de garage et d'entretien des matériels utilisés dans l'enceinte du chantier,
- Implantations des matériels permanents,
- Stocks de produits et de matériaux consommés et de déchets : même s'ils sont réduits au strict minimum par une gestion des flux, ces stocks existent et leur emplacement doit être prévu,
- Ouvrages de gestion des eaux d'exhaure en cas de pompage,
- Ouvrages temporaires de gestion des eaux pluviales.

La taille minimale d'une base chantier est de 1 000 m². L'implantation des bases chantier se fait sur une parcelle, ou un groupe de parcelles jointives selon la taille, dont la Société du Grand Paris a la maîtrise foncière.

Les bases chantiers ne sont pas représentées sur les cartes du présent rapport de phase 2. Le lecteur doit considérer que l'emprise de la base chantier comprend au moins la parcelle où est implanté l'ouvrage à construire. Pour certaines bases chantiers, des parcelles voisines seront concernées.

Le dimensionnement et la maîtrise foncière de ces emprises ne sont pas définis avec précision.

Les bases chantiers associées aux puits d'attaque des tunneliers sont les plus grandes. En effet, c'est sur ces bases que sont gérés les flux de déblais extraits et les flux de matériaux permettant le fonctionnement de chaque tunnelier. En effet, elles peuvent comprendre différentes zones :

- puits d'accès au tunnel : ouvrage dans lequel est assemblé le tunnelier avant sa mise en service ;
- zone de stockage des voussoirs : zone réservée au stockage des anneaux de revêtement du futur tunnel, constitués chacun d'un nombre fixe de segments de béton préfabriqué (les voussoirs) ;
- grue à tour : elle permet des déplacer les éléments de masse importante ;
- centrale à mortier : le mortier est utilisé pour combler le vide laissé entre l'anneau de voussoirs et le terrain, afin de garantir le parfait collage du tunnel au terrain encaissant ;
- ateliers de chantier ;
- centrale de traitement de boue (pour les tunneliers à pression de boue) : cette zone, composée de diverses installations et de silos de stockage, a pour fonction de traiter la boue bentonitique en provenance de la chambre d'abattage en vue de sa réutilisation ; cette véritable usine assure la séparation des déblais de la boue bentonitique à recycler pour être renvoyée au front d'attaque, ainsi que la préparation des déblais en déchets plus ou moins solides d'une part et en eau clarifiée d'autre part ;
- installation de traitement des eaux de chantier et d'exhaure (issues du pompage dans le tunnel) ;
- bureaux et réfectoires ;
- stationnement de chantier ;
- zone de marinage : zone de stockage provisoire des déchets issus de l'excavation avant leur évacuation dans un lieu de stockage définitif.

2.4 Déroulement de la phase chantier

2.4.1 Principes généraux

La réalisation des tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel et Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel du réseau de transport public du Grand Paris se découpe en trois grandes phases.

2.4.1.1 Travaux préparatoires

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

Plusieurs opérations sont à mener :

- repérage de l'implantation des réseaux existants (gaz, électricité, télécoms, etc.),
- diagnostics archéologiques,
- dépollution des sols,
- démolitions éventuelles d'ouvrages ou de bâtiments existants,
- dévoiements 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).

2.4.1.2 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 (réalisation au tunnelier),
- les neuf gares Grand Paris Express,
- les ouvrages d'entonnement,
- l'ouvrage de raccordement de service au niveau de l'arrière-gare de Saint-Denis Pleyel,
- l'ouvrage de débranchement vers le SMR « Nord »,
- les ouvrages de service en ligne (accès secours, ventilation/désenfumage).

2.4.1.3 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 : Poste Eclairage Force (PEF), Poste de redressement (PR), alimentation de la ligne,
- d'installations de ventilation et de désenfumage,
- d'installations de sécurité,
- d'aménagement des gares.

2.4.2 Sécurisation des zones de chantier

Préalablement à la réalisation des ouvrages, certaines interventions sont effectuées sur le terrain en vue d'une part, de faire un état des lieux de référence et d'autre part, de prendre certaines mesures conservatoires spécifiques ayant trait à la sécurité du futur chantier.

En ce qui concerne l'état des lieux de référence, il s'agit essentiellement de faire le constat de l'état du bâti avant les travaux et d'implanter un certain nombre de repères topographiques ou de jauges (capteurs, système de gestion des données…). Ce dispositif doit être installé suffisamment en amont pour recueillir l'état initial des points qui seront surveillés pendant toute la durée des travaux. Ces dispositions permettront d'assurer la surveillance de la stabilité du bâti environnant et d'agir en conséquence lors de la réalisation des ouvrages.

Le projet de métro du Grand Paris étant implanté dans le milieu souterrain, il est soumis à des contraintes spécifiques principalement liées à la nature des formations géologiques traversées : risques liés à la dissolution du gypse, au retrait-gonflement des argiles et aux glissements de terrain.

Dans les zones identifiées comme sensibles du point de vue de ces risques, la réalisation d'études complémentaires et de reconnaissances permettra d'identifier plus précisément les risques et les mesures conservatoires à mettre en œuvre.

Ces mesures conservatoires liées à la sécurité consisteront notamment à la stabilisation des masses instables, à la mise en place de fondations suffisamment rigides et résistantes et à une organisation du chantier visant à limiter les rejets et les prélèvements d'eau dans les zones sensibles.

En fonction de la sensibilité des zones traversées par le futur tunnel, les mesures qui visent aussi bien à assurer la sécurité du chantier de tunnel que l'intégrité du bâti seront adaptées.

2.4.3 Maîtrise des conséquences des chantiers et dispositions mises en œuvre pour limiter les nuisances

- **Conception des ouvrages**

Les ouvrages du réseau de transport public du Grand Paris, et tout particulièrement les gares, seront conçus de manière à répondre aux fonctionnalités et objectifs attendus en termes de qualité du service rendu aux voyageurs, de sécurité et d'optimum économique. Leurs méthodes constructives seront conçues pour être adaptées à leur environnement local en privilégiant la sécurité du chantier et la minimisation des impacts lors de l'exécution des travaux.

A cette fin, la Société du Grand Paris mène depuis 2012 une campagne de reconnaissance des sols à grande échelle sur tout le réseau dont elle a la maîtrise d'ouvrage, de façon à avoir la meilleure connaissance possible des caractéristiques du sous-sol (qualité des terrains, niveau des nappes phréatiques…) et pouvoir permettre aux maîtres d'œuvre et entreprises d'optimiser les procédés constructifs. La Société du Grand Paris a été engagée des diagnostics de vulnérabilité du bâti, et d'interférométrie satellitaire.

- **Organisation des travaux**

Les titulaires des marchés de travaux auront à établir, pendant la phase de préparation des chantiers, un Plan d'Assurance Environnement (PAE) qui prend en compte l'organisation des travaux ainsi que les contraintes du chantier. Ce document précisera les dispositions que le titulaire met en place pour prévenir et/ou réduire les impacts sur l'environnement et pour intervenir en cas d'incident ou d'accident.

La gestion des déchets et l'enlèvement des matériels et matériaux sans emploi feront l'objet d'un Schéma Organisationnel de la Gestion des Déchets (SOGED) établi par le titulaire sur la base notamment du schéma directeur d'évacuation des déblais élaboré par la Société du Grand Paris. Le schéma directeur d'évacuation des déblais associé au projet figure en annexe à l'étude d'impact du présent dossier.

Les nuisances sonores feront l'objet d'une attention spécifique : l'analyse de l'impact sonore du chantier sera effectuée sur base de la localisation et de la taille des emprises des chantiers mais aussi de leur accessibilité.

- **Information du public**

L'information du public, de la population et des riverains sur la nature, l'ampleur et la durée des travaux est une condition importante de la réussite du chantier.

Le maître d'ouvrage fera mettre en place des panneaux d'information sur lesquels figureront ses coordonnées et celles du maître d'œuvre, ainsi qu'une description du projet avec les dates de réalisation des travaux.

Pour tous les chantiers ou phases de chantier ayant un impact sensible et d'une durée significative sur les conditions de desserte et de déplacements des usagers de la voie publique, la Société du Grand Paris s'engage à informer les riverains avant tout début d'exécution par un bulletin d'information qui précisera la raison et l'intérêt des travaux, leur ampleur, leur nature, leur durée, ainsi que les coordonnées du maître d'œuvre et des entreprises chargées des travaux.

- **Maintien d'une bonne accessibilité**

Les chantiers seront organisés localement, au cas par cas, de manière à maintenir au moins partiellement la circulation automobile et à assurer l'accès permanent aux immeubles, aux commerces et aux emplois. Les maîtres d'œuvre et les entreprises garantiront des conditions de sécurité maximales ainsi que l'accès aux pompiers et aux autres véhicules de secours.

- **Impacts sur les commerces**

Des mesures d'accompagnement et d'information auront pour objet de minimiser les éventuels impacts négatifs des travaux sur l'activité économique locale. Les dispositions nécessaires seront prises afin de faciliter l'instruction des demandes d'indemnisation présentées par les commerçants et les autres professionnels concernés.

- **Protection de l'environnement et des milieux naturels**

Préalablement à l'exécution des travaux, selon la sensibilité du site, des dispositions particulières seront prises pour limiter les incidences sur l'environnement et les milieux naturels.

L'objectif est d'empêcher, de réduire ou de maîtriser la création de nuisances ainsi que l'émission ou le rejet de tous types de polluants ou déchets, afin de réduire les impacts environnementaux. Les incidences potentielles en phase chantier ont été identifiées dans l'étude d'impact du projet : toutes les zones sensibles de ce point de vue font l'objet de recommandations impératives et un suivi spécifique sera mis en place. De plus, des obligations complémentaires pourront être faites aux entreprises de travaux, sur la base de recommandations émises par les associations et organismes professionnels (Fédération Nationale des Travaux Publics, Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain…) ou sur des impositions spécifiques du fait de la Société du Grand Paris ; elles porteront notamment sur :

- la maîtrise des dommages aux tiers ;
- la gestion des sols et matériaux pollués ;
- la maîtrise des matériaux contenant des substances chimiques ou autres matières polluants ;
- la réduction des nuisances sonores, des surpressions aériennes et des vibrations ;
- la réduction des pollutions atmosphériques ;
- la propreté des voiries existantes empruntées par les véhicules de chantier ;
- la gestion des mouvements des terres ;
- la maîtrise des eaux de circulation superficielles et souterraines ;
- la gestion des déchets.

De façon à assurer la protection du bâti particulièrement sensible situé dans les zones d'influence des chantiers en souterrain, des mesures de « protection des avoisinants » vont être prises, en commençant par une identification a priori de la sensibilité des bâtiments situés dans la cuvette de tassement des tunneliers ou dans la zone d'influence du creusement des ouvrages des gares (effets dus au rabattement de nappes phréatiques, au mouvement des terrains en place provoqué par le creusement des cavités, ou au déplacement des parois de maintien des fouilles du chantier). Pour les ouvrages et bâtiments reconnus comme particulièrement sensibles, une instrumentation avec surveillance en continu des déplacements éventuels et alertes automatiques en cas de mouvement dépassant les tolérances fixées sera mise en place pendant toute la phase d'exécution des travaux.

En ce qui concerne la sécurité des chantiers, quelle que soit leur durée, ces derniers seront isolés en permanence, par la mise en place d'une barrière fixe et solidaire, des espaces réservés à la circulation des personnes et des véhicules. Les conditions de confort et de sécurité des piétons feront l'objet d'une attention particulière. Les espaces réservés à la circulation des piétons prendront en compte les prescriptions des textes réglementaires concernant les déplacements des personnes à mobilité réduite. Le maître d'œuvre et l'entreprise titulaire s'assureront entre autres de la largeur des passages, des pentes en long des cheminements et des pentes en travers.

Des mesures de sécurité, mais aussi une signalétique spécifique, seront mises en place avec beaucoup d'attention dans l'environnement immédiat des zones de travaux. Les chantiers, les cantonnements, les lieux de stockage de matériel et les zones de manœuvre des engins seront délimités par des palissades ou des barrières. Les dispositions seront prises pour garantir l'insertion harmonieuse dans le paysage urbain des emprises de chantiers.

Pour ce qui est de la propreté des chantiers, les entreprises auront l'obligation contractuelle de s'assurer :

- de la propreté des installations de chantier (barrières et cantonnements), en particulier la suppression des affiches et des graffiti ;
- du décrottage des roues des véhicules et engins préalablement à leur sortie des emprises ;
- de la suppression de toute souillure occasionnée aux revêtements de chaussées et trottoirs par l'activité du chantier.

Des dispositions seront prises auprès des communes pour permettre l'accès aux prises d'eau nécessaires au nettoyage des abords des chantiers, ainsi que l'accès aux branchements nécessaires aux installations de chantier.

Les entreprises devront maintenir leurs installations (cantonnements) en parfait état de propreté. Les bungalows devront être performants sur le plan de l'hygiène, du confort et des commodités que les règles d'hygiène et de sécurité imposent.

La localisation des sites destinés aux installations de chantier est toujours une opération sensible. Aussi, la Société du Grand Paris, dès la phase des études de conception, proposera aux représentants des services des communes les emprises strictement nécessaires et conformes aux règles édictées par le code du travail. La mise en place d'installations sur voie publique sera d'autant plus acceptable que ces installations seront limitées aux seuls besoins des chantiers en cours à proximité, dans le respect de la réglementation concernant l'hygiène et la sécurité des chantiers.

La plupart des travaux étant réalisés en souterrain, les gênes sonores pour les riverains devraient être réduites. Les directives « machines » 2005/88/CE et 2006/42/CE fixent les niveaux de puissance sonore des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments, dont les engins et matériel de chantier : les entreprises auront l'obligation contractuelle de s'assurer de l'homologation de leurs engins et véhicules de chantier au regard de la réglementation sur le bruit ; elles veilleront aussi à ce qu'ils soient convenablement entretenus pour rester conformes à cette homologation. Les circulations de camions seront quant à elles encadrées par la réglementation.

2.4.4 Réalisation du tunnel

2.4.4.1 Etapes générales

La réalisation du tunnel est prévue au tunnelier sur l'ensemble de la ligne.

Quel que soit le type de tunnelier, il produit un tube de béton étanche et ancré dans les terrains en place à l'avancement. Une fois le tunnelier ressorti, le tunnel est terminé et les ouvrages annexes peuvent y être raccordés.

Il faut donc un puits d'attaque, où démarre le tunnelier, et un puits de sortie, où il est démonté. Pour chacun de ces puits, l'emprise chantier doit être dimensionnée pour que les opérations de montage et de démontage du tunnelier puissent être réalisées.

L'alimentation du tunnelier en énergie, produits et matériaux (boue, s'il en est utilisé, fluides, béton, voussoirs) se fait par le puits d'attaque, de même que l'évacuation des déblais.

La base chantier du puits d'attaque doit donc permettre de gérer les flux d'alimentation et de déblais du tunnelier.

En pratique, les opérations suivantes sont réalisées :

Creusement du puits d'attaque et du 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. Si la paroi moulée a un rôle structurel, la méthode de construction est adaptée à ce rôle.
- La boîte est vidée de ce qu'elle contient, la perméabilité de la paroi étant ajustée à la baisse si nécessaire. Elle est également vidée de son eau par pompage si une nappe souterraine 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.

Installation du tunnelier au fond du puits d'attaque. Les éléments constitutifs du tunnelier sont assemblés 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,
- A 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 12 m par jour selon la géologie. Selon les distances indiquées au **Tableau 2.4-1** ci-dessous, la durée de fonctionnement d'un tunnelier s'étage entre 6 mois et 2,5 ans hors montage et démontage.

Sauf imprévu de parcours, chaque tunnelier creuse la portion qui lui est impartie 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.

Rebouchage des puits, s'ils ne sont pas utilisés pour des ouvrages annexes. Le plus souvent les puits d'attaque et de sortie sont réutilisés pour d'autres ouvrages, en particulier des gares.

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.

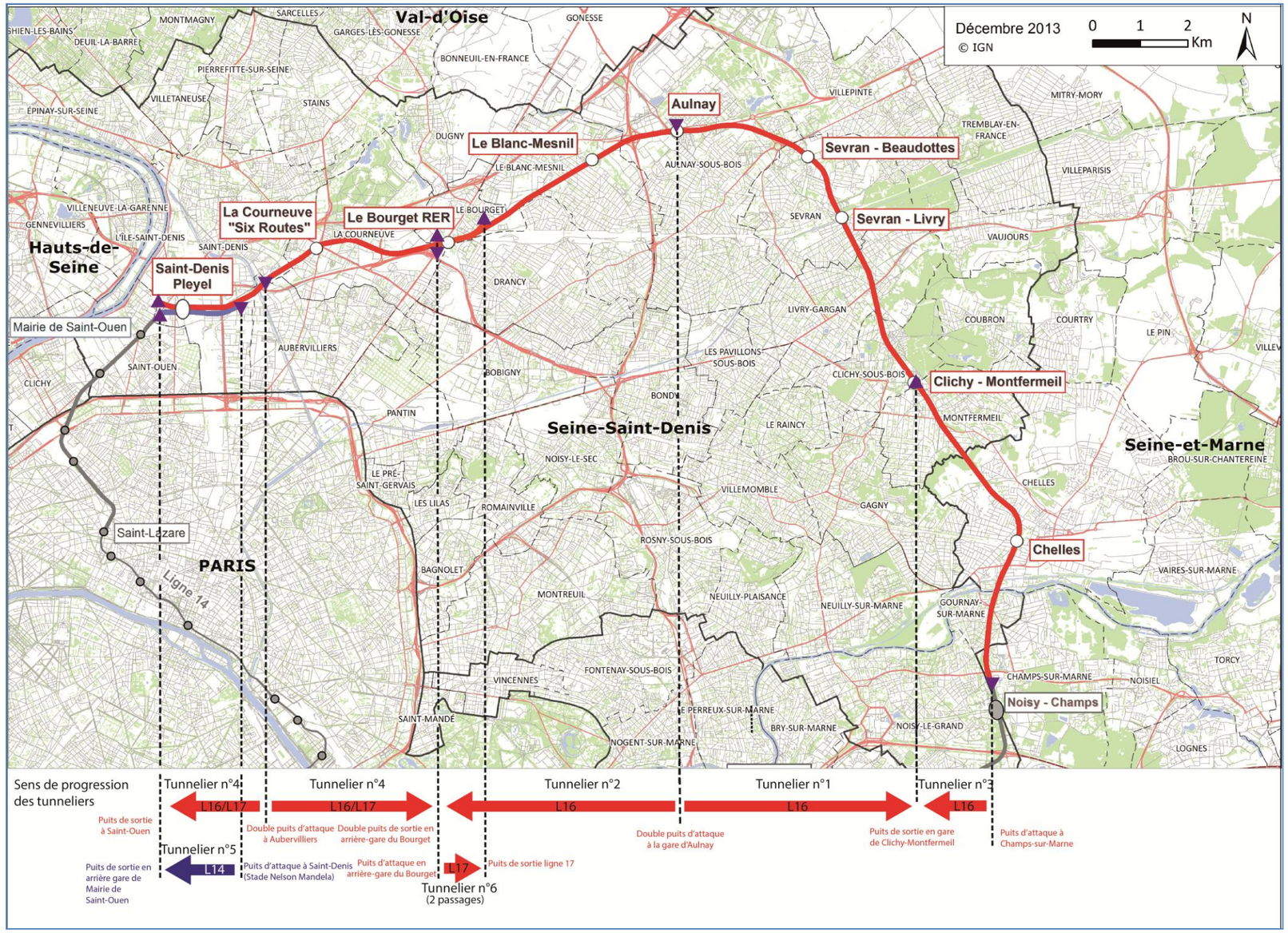


Figure 2.4-1 : Organisation de la réalisation du tunnel – Tunneliers, Puits d'attaque et de sortie (source Société du Grand Paris)

2.4.4.2 Organisation des tunneliers

L'organisation est présentée sur la **Figure 2.4-1**. Cinq tunneliers vont être mis en œuvre pour la réalisation du tunnel des différents éléments du projet. Le **tableau 2.4-1** présente les données de l'organisation de la construction du tunnel principal.

Tableau 2.4-1 : Organisation de la construction du tunnel

Tunnelier	T1	T2	T3	T4		T5
Puits d'attaque	Gare d'Aulnay		Champs sur Marne Arrière-gare de Noisy-Champs	Aubervilliers		Saint-Denis – Stade Nelson Mandela
Puits de sortie	Gare de Clichy-Montfermeil	Gare du Bourget RER	Gare de Clichy-Montfermeil	Gare du Bourget RER	Saint-Ouen	Arrière gare Mairie de Saint-Ouen
Distance parcourue en km	8,7	5,6	7,4	4,0	2,5	1,7

Il y a donc 4 puits d'attaque et 4 puits de sortie pour 5 tunneliers.

Il faut noter qu'un seul tunnelier réalisera les sections au départ du puits d'attaque d'Aubervilliers.

Le bitube conduisant à l'ouvrage d'entonnement prévu pour la ligne 17 à l'est de la gare Le Bourget RER sera construit à part. Il sera construit avec un tunnelier particulier, le sixième, le diamètre du tunnel étant plus petit. Chaque tube sera monovoie et aura donc un diamètre extérieur de 7 m. Les deux sections seront construites successivement par le même tunnelier.

2.4.5 Réalisation des gares

La typologie des travaux de réalisation des gares Grand Paris est dépendante de leur profondeur, de la qualité des terrains rencontrés, des conditions hydrogéologiques, mais aussi des contraintes liées aux emprises disponibles en surface et à l'environnement urbain.

Trois principaux types de gares peuvent être distingués :

- gare en tranchée couverte, entièrement réalisée à ciel ouvert (méthode dite « bottom up », soit « radier premier »),
- gare en tranchée couverte, réalisée en partie sous la chaussée reconstituée (méthode dite « top down », soit « couverture première »),
- gare réalisée par une méthode de souterrain traditionnel depuis un puits principal (ou plusieurs), ou depuis une partie « centrale » relativement importante réalisée en tranchée couverte (gare mixte).

Pour chacune de ces méthodes d'exécution, une partie ou la totalité du volume de terrain situé dans l'emprise de la gare est excavée depuis la surface.

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, décrite ci-dessous. Cette étape préalable est commune aux trois principales méthodes d'exécution des gares identifiées.

2.4.5.1 La méthode des 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.

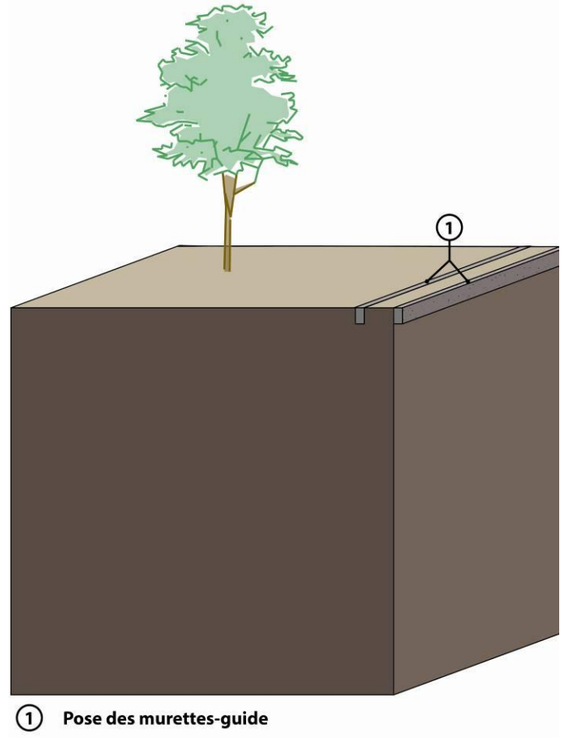
La première étape de réalisation d'une paroi moulée consiste à exécuter des murettes-guides. Ces deux murets en béton armé permettent de guider l'outil de forage et de caler les cages d'armature.

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

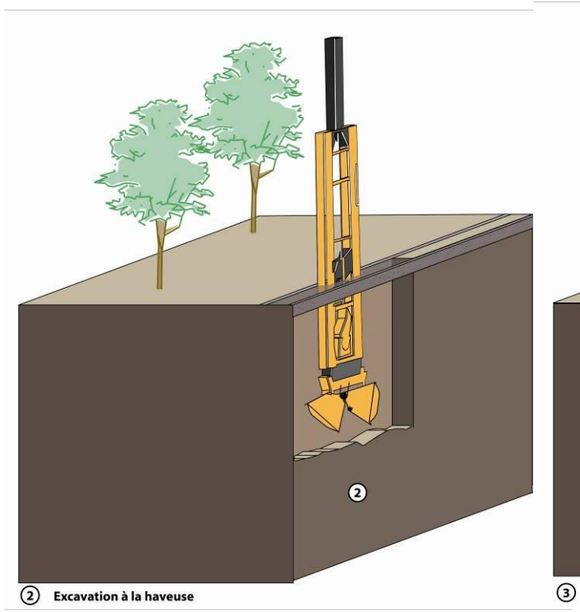
La stabilité des fouilles réalisées est assurée en substituant aux terres excavées une boue bentonitique dans la tranchée, au fur et à mesure du creusement de celle-ci. Ce fluide permet d'appliquer une pression hydrostatique aux parois, et ainsi d'en empêcher l'éboulement.

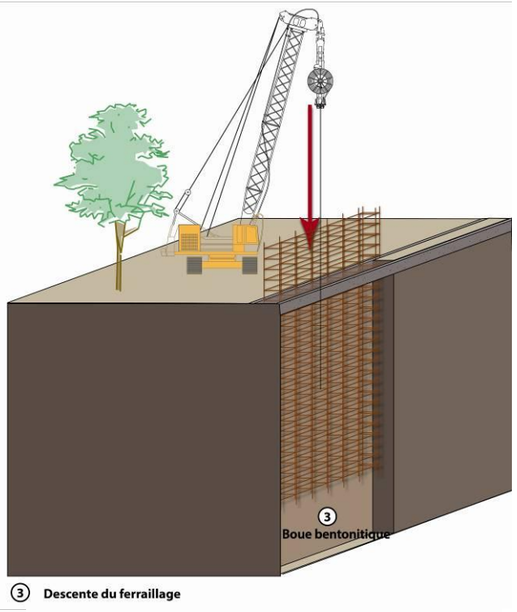
Une fois l'excavation d'un panneau achevée, la cage d'armatures est mise en place dans la tranchée remplie de boue. Le bétonnage est ensuite effectué à partir du fond à l'aide d'un tube plongeur. En remontant, le béton chasse la boue bentonitique, qui est évacuée par pompage au fur et à mesure.

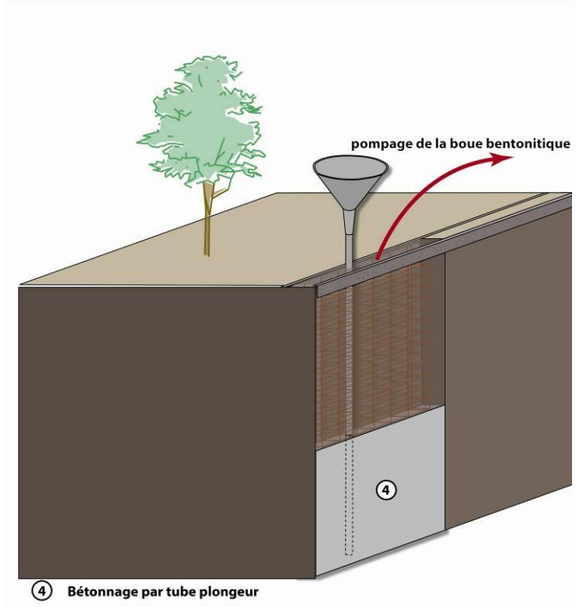
Figure 2.4-2 : Etapes de réalisation des parois moulées

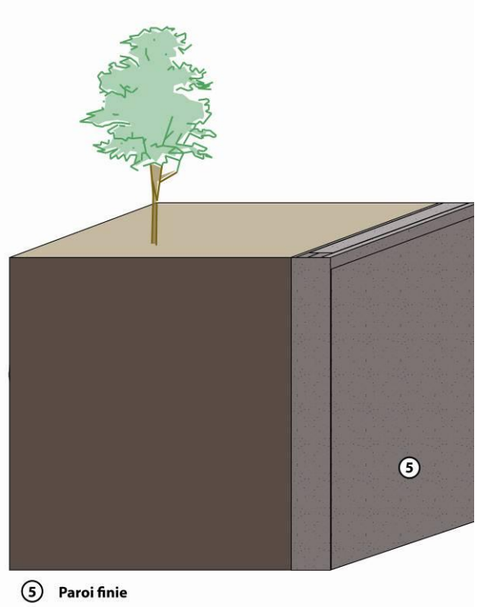


① Pose des murettes-guide









2.4.5.2 Méthodes d'exécution des gares

Le présent paragraphe présente sous forme schématique le phasage de réalisation d'une gare selon les trois principales méthodes d'exécution retenues pour les gares du tronçon :

- gare en tranchée couverte, « radier premier » ;
- gare en tranchée couverte, « couverture première » ;
- gare réalisée en souterrain.

2.4.5.3 Récapitulatif des méthodes de construction par gare

Les éléments présentés ci-après ont été établis au stade des études préliminaires de la Société du Grand Paris. Ils pourront évoluer dans le cadre des études ultérieures d'Avant-Projet et de Projet.

Tableau récapitulatif des méthodes constructives

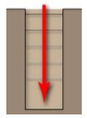
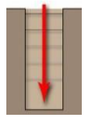
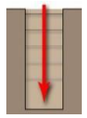
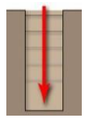
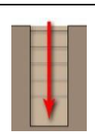
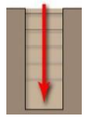
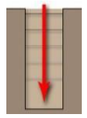
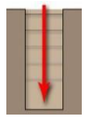
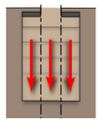
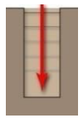
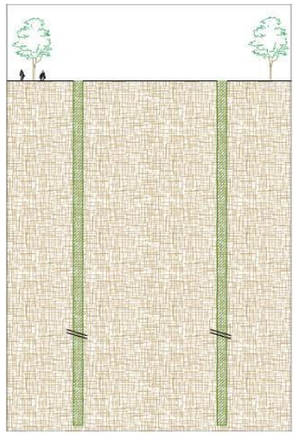
Coupe type	Gare	Méthode de construction
	**Chelles**	Réalisation en tranchée couverte « radier premier », en deux phases pour maintien de la circulation
	**Clichy – Montfermeil**	Réalisation en tranchée couverte « radier premier »
	**Sevran – Livry**	Réalisation en tranchée couverte « radier premier »
	**Sevran-Beaudottes**	Réalisation en tranchée couverte « radier premier », en deux phases pour maintien de la circulation
	**Aulnay**	Réalisation en tranchée couverte « radier premier »
	**Le Blanc-Mesnil**	Réalisation en tranchée couverte « radier premier »
	**Le Bourget RER**	Réalisation en tranchée couverte « radier premier », en deux phases pour maintien de la circulation
	**La Courneuve « Six Routes »**	Réalisation en tranchée couverte « radier premier »
	**Saint-Denis Pleyel**	Réalisation aux extrémités en tranchée couverte « couverture première » Réalisation du reste de l'ouvrage en tranchée couverte « radier premier »

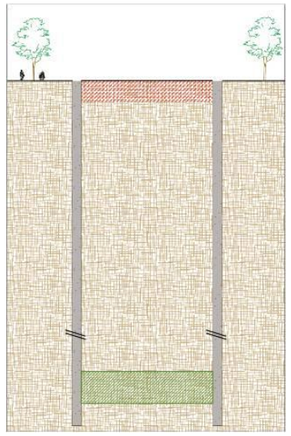
Figure 2.4-3 : Etapes de réalisation d'une gare *en tranchée couverte, « radier premier »*



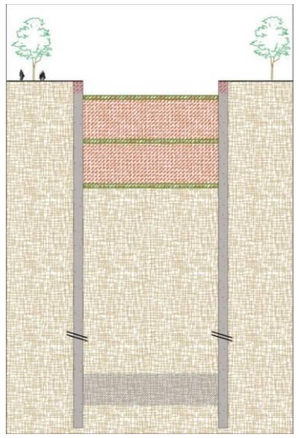
Phase 1 : Réalisation des parois moulées



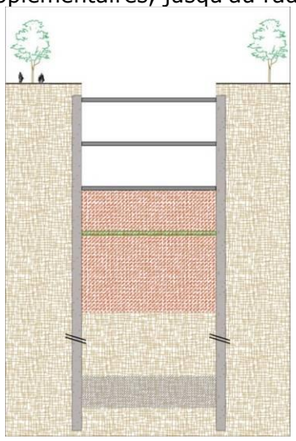
Phase 2 : Injection éventuelle des sols et réalisation des premiers terrassements



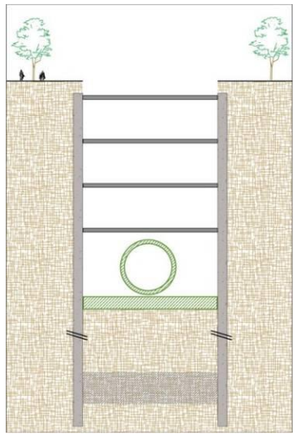
Phase 3 : Poursuite des terrassements à ciel ouvert, butonnage à ciel ouvert et recépage des parois moulées



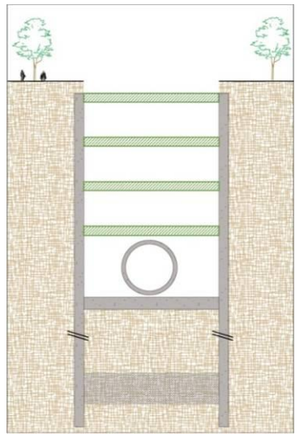
Phase 4 : Poursuite des terrassements à ciel ouvert et mise en place de lits de butons supplémentaires, jusqu'au radier



Phase 5 : Réalisation du radier et passage du tunnelier



Phase 6 : Réalisation des dalles intermédiaires et enlèvement de butons provisoires par palier jusqu'à la dalle de couverture



Phase 7 : Réalisation des ouvrages intérieurs de la gare, remblai et réfection de voirie

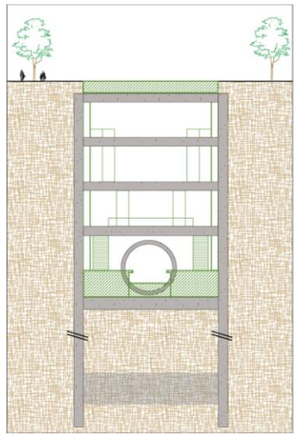
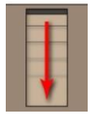
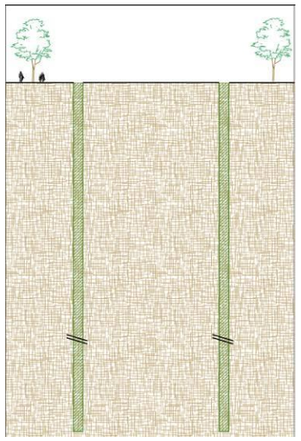


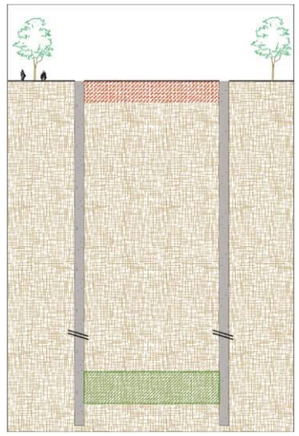
Figure 2.4-4 : Etapes de réalisation d'une gare *en tranchée couverte, « couverture première »*



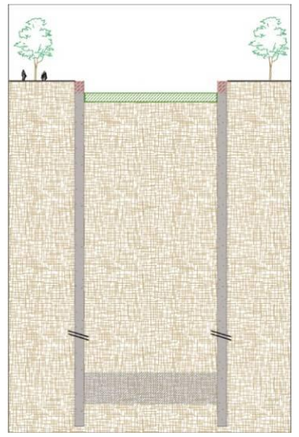
Phase 1 : Réalisation des parois moulées



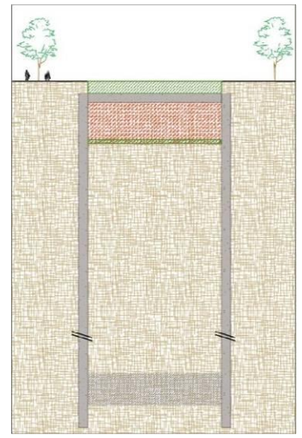
Phase 2 : Injection éventuelle des sols et réalisation des terrassements de surface



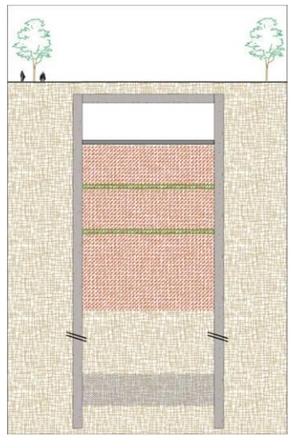
Phase 3 : Réalisation de la dalle de couverture et recépage des parois moulées



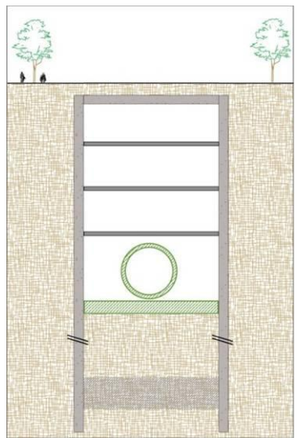
Phase 4 : Première phase de terrassement en sous-œuvre, mise en place des premiers butons provisoires et reconstitution de la voirie existante



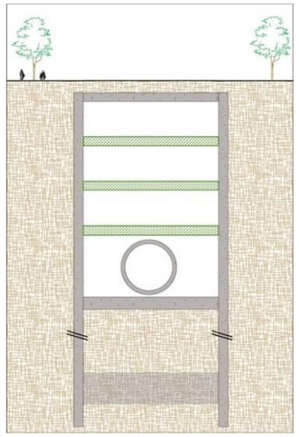
Phase 5 : Poursuite des terrassements en sous-œuvre jusqu'au radier et mise en place de lits de butons provisoires supplémentaires par palier, selon la profondeur de la gare



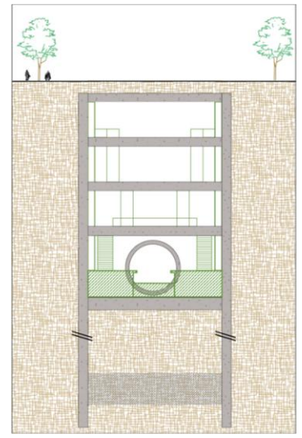
Phase 6 : Réalisation du radier et passage du tunnelier



Phase 7 : Réalisation des dalles intermédiaires et enlèvement des butons provisoires par palier jusqu'à la dalle de couverture



Phase 8 : Réalisation des ouvrages intérieurs de la gare



2.5 Organisation de l'exploitation

Le projet concerné par la présente étude est divisé en trois parties de ligne qu'il est prévu d'exploiter selon des modalités différentes. Ces trois parties convergent à la gare de Saint-Denis Pleyel qui assure la correspondance entre les trois lignes concernées.

Les éléments présentés dans cette partie sont exposés à titre prévisionnel, et ne préjugent pas des décisions futures du STIF quant à l'organisation de l'exploitation, de la maintenance et de l'offre de service sur les nouvelles infrastructures créées par le projet.

L'amplitude de service sur les lignes n'est pas encore fixée. Afin de préserver la bonne réalisation des opérations de maintenance fréquentes et régulières (voies, équipements en ligne, systèmes d'exploitation…), le trafic voyageur devra habituellement être interrompu la nuit pendant quelques heures. Cependant, le service pourra être maintenu en continu toute la nuit à certaines occasions (événement exceptionnel ou politique de service définie par le STIF).

2.5.1 Ligne 14 – Prolongement nord

Cette portion de la ligne 14, de Mairie de Saint-Ouen (gare exclue) à Saint-Denis Pleyel, arrière gare comprise, sera exploitée selon les mêmes modalités que la ligne 14 existante.

2.5.1.1 Niveau de service

A l'horizon de mise en service de son prolongement à Saint-Denis Pleyel, la ligne 14 sera exploitée entre Villejuif Institut Gustave Roussy et Saint-Denis Pleyel, conformément au calendrier objectif de mise en œuvre du Grand Paris Express. Comme aujourd'hui, la ligne 14 sera exploitée avec des missions de type omnibus. La vitesse commerciale envisagée est de l'ordre de 45 km/h.

A l'horizon 2023, la charge dimensionnante de la ligne 14 sera comprise **entre 30 000 et 34 000 voyageurs**. La ligne 14 pourra être exploitée avec un intervalle de l'ordre de **90 secondes à 100 secondes** en heure de pointe, permettant de répondre à la demande prévisionnelle tout en préservant une marge d'exploitation suffisante permettant de faire face à d'éventuels aléas d'exploitation.

A l'horizon cible de réalisation du réseau Grand Paris Express, la ligne 14 sera exploitée à pleine capacité, c'est-à-dire avec un intervalle de **85 secondes** entre deux trains à l'heure de pointe du matin. Cette offre de transport permettra de répondre à la demande prévisionnelle attendue, qui sera alors supérieure à 34 000 voyageurs à l'heure de pointe du matin, sur la section et dans le sens les plus chargés.

Organisation de la ligne et sites industriels :

La ligne 14 bénéficiera, à l'horizon de l'ouverture du prolongement à Saint-Denis Pleyel, des installations de maintenance qui seront en service au nord de la ligne (site de maintenance de Saint-Ouen, créé dans le cadre du prolongement entre Saint-Lazare et Mairie de Saint-Ouen sous maîtrise d'ouvrage STIF-RATP) et au sud (centre de dépannage de Villejuif, réalisé dans le cadre du prolongement Sud de la ligne entre Olympiades et Villejuif Institut Gustave Roussy).

A terme, avec le prolongement de la ligne au sud jusqu'à l'aéroport d'Orly, un nouveau Site de Maintenance et de Remisage des trains, qui complètera les installations industrielles de la ligne 14, sera réalisé dans le secteur d'Orly.

2.5.1.2 Performances et caractéristiques du matériel roulant

La vitesse commerciale de la ligne est estimée à 45 km/h avec des trains circulant à la vitesse maximale de 80 km/h comme actuellement. Le temps de parcours d'Orly à Pleyel est d'environ 37 minutes.

Les principales caractéristiques du matériel roulant de la ligne 14, à l'horizon de son prolongement à Saint-Denis Pleyel, seront les suivantes :

- Le gabarit des trains sera de l'ordre de 2,45 m, gabarit de type « métro parisien ». A horizon 2023, le matériel roulant de la ligne 14 sera composé de trains de huit voitures de 15 mètres environ, en cohérence avec la demande de transport prévisionnelle attendue sur la ligne 14 prolongée.
- La capacité unitaire visée est de 960 voyageurs par train (capacité calculée avec la norme de confort standard de 4 voyageurs/m²).
- L'aménagement intérieur sera conçu de telle manière qu'il pourra être facilement modifié afin de faire évoluer le diagramme, et donc la capacité des rames, selon l'évolution constatée des besoins.
- Les trains seront accessibles aux Personnes à Mobilité Réduite (PMR) et aux UFR (Usagers en Fauteuil Roulant), 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 14 pourra atteindre, comme aujourd'hui, une vitesse maximale de 80 km/h.

Tableau 2.5-1 : Caractéristiques du matériel roulant de la ligne 14

Ligne 14 - Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel	
Roulement	pneu
Largeur du matériel roulant	environ 2,45 m
Longueur du train	environ 120 m
Composition des trains	8 voitures
Longueur des voitures	environ 15 m
Vitesse de pointe	80 km/h
Capacité à 4 voyageurs/m^2	> 930

2.5.2 Lignes 16 et 17

2.5.2.1 Niveau de service

Les lignes 16 et 17 seront exploitées, comme toutes les lignes du Grand Paris Express, avec des missions de type omnibus. La vitesse commerciale envisagée est de l'ordre de 65 km/h.

A la mise en service de la ligne 16 entre Noisy-Champs et Saint-Denis Pleyel (horizon **2023**), la charge maximale de la ligne pourra atteindre environ **9 500 voyageurs** à l'heure de

pointe du matin, en fonction des résultats de trafic prévisionnel considérés[1]. Durant cette première période de mise en service, la ligne 16 pourra être exploitée avec un intervalle de l'ordre de **3 minutes** en heure de pointe, soit environ 20 trains circulant sur la ligne par heure et par sens. Compte tenu de la capacité des trains de la ligne 16 (de l'ordre de 500 voyageurs par rame), ce niveau de service permet de proposer une offre de transport de l'ordre de 10 000 voyageurs par heure et par sens, qui répond à la demande prévisionnelle tout en préservant une marge suffisante permettant de faire face à d'éventuels aléas d'exploitation.

Lorsque les autres tronçons du réseau Grand Paris Express seront réalisés (horizon « cible » **2030** de réalisation du projet dans son intégralité, à l'exception des tronçons Versailles – Nanterre et Saint-Denis Pleyel – Colombes – Nanterre), l'offre de transport sur la ligne 16 sera coordonnée avec celle mise en œuvre sur la ligne 17, les deux lignes partageant une infrastructure commune entre Saint-Denis Pleyel et Le Bourget RER. Le schéma d'exploitation envisagé prévoit ainsi une alternance des trains et une injection depuis le tronc commun vers chacune des « branches » composant les lignes 16 et 17, avec un ratio qui pourra varier en fonction de la demande de transport sur chaque branche aux différentes périodes de la journée. La bonne synchronisation des trains entre le tronc commun et les deux branches, qui assurera la régularité des lignes 16 et 17, sera favorisée et garantie par plusieurs facteurs :

- le tronc commun, qui ne comporte qu'une seule gare intermédiaire (La Courneuve « Six Routes »), est d'une longueur limitée au regard du linéaire des lignes 16 et 17, ce qui réduit les risques d'irrégularité dans l'alternance des trains ;
- les caractéristiques des lignes (avec des durées de course assez courtes entre chaque terminus) et du système de transport (rapidité des injections de nouveaux trains en ligne grâce au système métro automatique) favorisent une régulation en ligne réactive ;
- les gares Saint-Denis Pleyel et Le Bourget sont conçues pour assurer la robustesse de l'exploitation et la bonne synchronisation des trains à l'intérieur du tronc commun (absorption d'éventuels retards).

Ainsi, à terme, sur chacun des tronçons Noisy-Champs – Le Bourget RER (ligne 16) et Le Mesnil-Amelot – Le Bourget RER (ligne 17), les trains circuleront avec un intervalle qui sera compris **entre 3 et 4 minutes** en heure de pointe. L'offre serait alors deux fois plus importante sur le tronc commun entre Le Bourget RER et Saint-Denis Pleyel (intervalle inférieur ou égal à 2 minutes). Cette offre de transport est cohérente avec les estimations du trafic attendu à terme sur les deux lignes 16 et 17 (charge maximale comprise **entre 6 500 voyageurs et 9 000 voyageurs** sur les deux « branches », charge maximale de l'ordre de **11 000 voyageurs** dans le tronc commun).

Organisation de la ligne et sites industriels :

Conformément aux hypothèses d'exploitation envisagées dans le schéma d'ensemble, la Société du Grand Paris prend le parti d'un dispositif permettant à l'autorité organisatrice des transports le choix d'une exploitation séparée des tronçons de lignes, avec la circulation de trains courts sur les lignes 16 et 17. Dans ces conditions, les activités de maintenance et d'exploitation des lignes 16 et 17 sont assurées par un site industriel « Nord » (site de maintenance et de remisage du matériel roulant, site de maintenance des infrastructure) et un poste de commande centralisé dédiés à l'exploitation des lignes 16 et 17, permettant de répartir au mieux ces fonctions sur l'ensemble du réseau Grand Paris Express.

Les études permettent d'acter la faisabilité d'inscription d'un site industriel du Grand Paris Express sur les terrains PSA d'Aulnay-sous-Bois, et se poursuivent pour définir l'implantation de ce dernier. Ce site ne fait pas partie du projet soumis à la présente enquête préalable à déclaration d'utilité publique. Toutefois, le périmètre couvert par le présent dossier d'enquête couvre la réalisation, à titre de mesure conservatoire, d'un ouvrage de raccordement de la ligne 16 au site d'Aulnay-sous-Bois.

Une fois l'insertion définitive de ce site retenue, en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés, celui-ci sera intégré au plus tôt aux études et aux dossiers réglementaires concernant la ligne 17 Nord (tronçon Le Bourget – Le Mesnil-Amelot), avec l'objectif d'une mise en service simultanée de ce site avec la ligne 16 à l'horizon 2023.

2.5.2.2 Performances et caractéristiques du matériel roulant

Les lignes du Grand Paris Express seront équipées d'un matériel roulant à conduite automatique sans conducteur. Ce type de métro présente de nombreux avantages : adaptabilité à la demande, régularité et optimisation des coûts de fonctionnement.

Le matériel roulant ne possèdera ainsi pas de loge de conduite : la conduite manuelle restera cependant possible en cas de besoin. 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.

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

Les lignes 16 et 17 seront exploitées avec le même matériel roulant, le schéma d'exploitation envisagé prévoyant que celles-ci partagent un tronc commun entre Saint-Denis Pleyel et Le Bourget RER.

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

- Les trains circulant sur les lignes 16 et 17 présenteront les mêmes caractéristiques techniques et fonctionnelles que ceux de la ligne 15, 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 des lignes 16 et 17 sera composé de trains de trois voitures de 18 mètres environ (contre six voitures sur la ligne 15), en cohérence avec la demande de transport prévisionnelle attendue sur les lignes.
- La capacité unitaire visée est d'environ 500 voyageurs par train dans les matériels roulants des lignes 16 et 17 (capacité calculée avec la norme de confort standard de 4 voyageurs/m²).
- La fluidité des circulations dans les rames sera notamment favorisée par le gabarit large retenu sur les lignes 15, 16 et 17, ainsi que par la présence d'intercirculations entre les voitures d'une même rame.
- L'aménagement intérieur sera conçu de telle manière qu'il pourra être facilement modifié afin de faire évoluer le diagramme, et donc la capacité des rames, selon l'évolution constatée des besoins.
- Les trains seront accessibles aux Personnes à Mobilité Réduite (PMR) et aux UFR (Usagers en Fauteuil Roulant), 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.

[1] *Pour plus de détails sur les prévisions de trafic à l'horizon 2023 ainsi qu'à l'horizon 2030, se référer à la pièce H du présent dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique.*

Le matériel roulant des lignes 16 et 17 est prévu pour atteindre une vitesse maximale d'au moins 110 km/h. Cette vitesse, combinée avec des distances intergares assez longues, impose le roulement et le guidage par des roues en acier sur voie ferrée.

Tableau 2.5-2 : Caractéristiques du matériel roulant des lignes 16 et 17

Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel	
Roulement	fer
Largeur du matériel roulant	environ 2,80 m
Longueur du train	environ 54 m
Composition des trains	3 voitures
Longueur des voitures	environ 18 m
Vitesse de pointe	au moins 110 km/h
Capacité à 4 voyageurs/m^2	environ 500

3 Présentation des principales solutions de substitution 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 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.

3.1 Processus de choix du projet

3.1.1 Processus général

Les gares qui jalonnent l'itinéraire des lignes 16 et 17, ainsi que de la ligne 14 sont définies par le schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris, approuvé par décret en Conseil d'Etat le 24 août 2011.

De façon générale, la réflexion sur les tronçons composant le projet a été orientée en **priorité sur l'implantation des gares**, points d'entrée du réseau Grand Paris Express, **avant d'adapter le tracé**.

L'évaluation environnementale du projet, la recherche des zones de pôles générateurs de trafic et la volonté de développer les liens intermodaux ont permis d'établir la structure globale des tronçons.

Ainsi, le tracé retenu et l'implantation des gares des tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel et Mairie de Saint-Ouen – 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 pertinence et la faisabilité du tracé.

Une première phase d'études a permis de retenir l'implantation préférentielle des gares dans leur contexte urbain et de bâtir un premier scénario de tracé.

Dans sa décision du 6 mars 2013, le Premier Ministre a réaffirmé la réalisation intégrale du Grand Paris Express et présenté ses orientations pour sa mise en œuvre, avec 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 (conditions économiques 2012) pour respecter un coût d'objectif arrêté à 22,625 milliards d'euros.

Les optimisations du projet se sont traduites par des modifications techniques de celui-ci, et notamment un raccourcissement des trains et une réduction de la longueur des quais à 54 m, en cohérence avec la nouvelle structuration de la ligne rouge définie dans le schéma d'ensemble et l'adaptation de la capacité aux trafics. Ces modifications techniques ont permis d'envisager de nouvelles possibilités d'insertion du tracé et des gares.

Ainsi, deux scénarios de tracés contrastés sont comparés :

- Un premier scénario (« tracé 1 ») reprenant globalement la position et l'orientation des stations ainsi que le tracé issus de la première phase d'études. Ce projet se distingue du précédent du fait des optimisations rendues possibles par la réduction des dimensions des gares ;
- Un deuxième scénario (« tracé 2 ») qui, bien que conservant les localisations des gares, prend en compte les nouvelles possibilités d'orientation de celles-ci et établit un tracé plus direct.

3.1.2 Implantation des ouvrages en souterrains

Les études réalisées préalablement aux études préliminaires et au débat public de 2010/2011 ont analysé trois alternatives :

- Le projet en souterrain,
- Le projet en aérien au sol, de type tram-train,
- Le projet en aérien sur viaduc.

Ces études ont conclu que seul un projet souterrain pour les lignes 16, 17 et 14 est compatible avec la très forte urbanisation des zones traversées.

Cette solution en souterrain présente en outre de nombreux avantages en termes d'impact du projet, en particulier en phase d'exploitation.

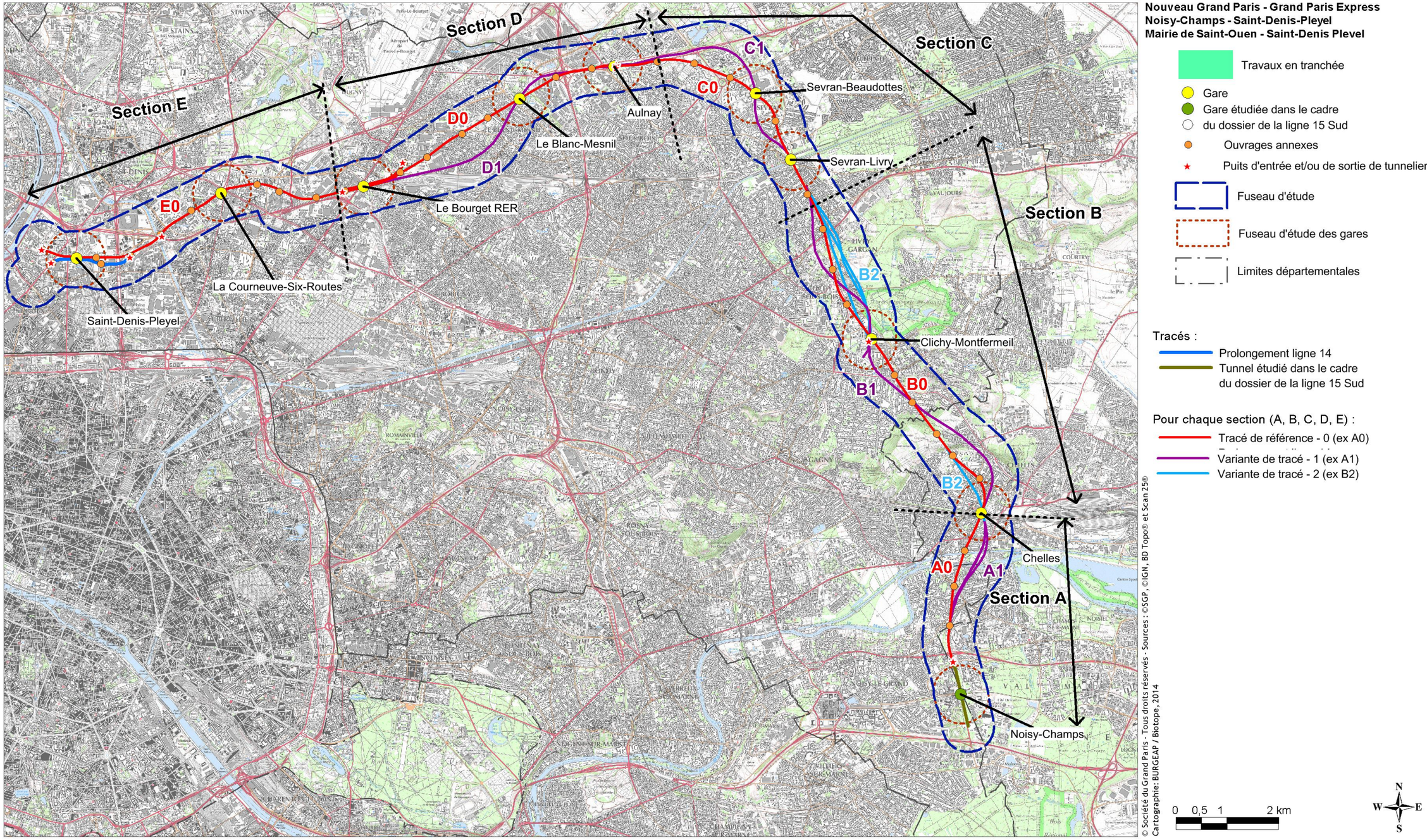


Figure 3.1-1 : Présentation du tracé de référence et des variantes analysées – (source Société du Grand Paris)

3.2 Analyse comparative des variantes de tracé

La **Figure 3.1-1** ci-dessus permet de représenter graphiquement et sur une vue d'ensemble les différentes sections étudiées ainsi que les variantes analysées.

Pour simplifier la présentation, elle se fait sous formes de sections, identiques à celles présentées dans la pièce D. Un certain nombre d'éléments proviennent d'ailleurs directement de ce document.

3.2.1 Section A : Noisy-Champs (gare hors projet) - Chelles

Analyse

La section A s'étend sur le territoire communal de Chelles, de Gournay-sur-Marne et de Noisy-le-Grand.

Seules les deux gares d'extrémité de la section sont identifiées sur cette section.

A noter que le projet étudié dans la présente étude se limite à l'extrémité nord des ouvrages de la gare et arrière-gare de « Noisy Champs » inclus dans l'étude d'impact portant sur la Ligne 15 Sud, dont l'enquête publique s'est déroulée en fin d'année 2013.

La section A a fait l'objet d'une analyse comparative sur la base de 2 variantes ou groupes de variantes de tracé.

Variante A0 : Tracé de référence

- La longueur de la variante A0 est de 3 650m.
- En termes de tracé, celui-ci présente une courbe de rayon grand (supérieur à 1 000m), se refermant au sud. Un alignement droit est observé à l'approche de la gare « Noisy-Champs ».
- En ce qui concerne la gare de « Noisy-Champs », cette dernière est positionnée au sud de la RN370, suivant une orientation nord-sud. Elle s'inscrit à l'ouest de la gare RER de « Noisy-Champs », sous le Boulevard du Ru de Nesle et parallèlement à ce dernier.

Variante A1 : Il s'agit en fait d'un doublon de variantes très proches, dont les enjeux sont les mêmes.

- La longueur de la variante A1 est de 3 710m ou de 3740 m.
- En termes de tracé, celui-ci observe une large courbe suivie d'une contrecourbe de rayon 800m à 1 000m. Cet enchaînement courbe-contrecourbe est directement relié à l'orientation de la gare de « Chelles » dans le cadre de la variante B1.
- Le sud du linéaire de cette variante est calé sur celui de la variante A0 en approche de la gare de « Noisy-Champs ». Cette dernière est d'ailleurs positionnée à l'identique.

La distance du tracé est ainsi proche de celle à vol d'oiseau (écart de 4.2% seulement). Par contre deux profils en long peuvent être définis en fonction de la position des voies ascenseurs de la gare de Noisy Champs, au nord ou au sud de la gare.

D'autres localisations de la gare de Chelles ont été envisagées, notamment une implantation plus à l'est, à proximité du plateau ferroviaire de Chelles, en plein cœur de la gare de triage actuelle. Cette hypothèse, bien que cohérente avec un projet de développement urbain utilisant le foncier de la gare de triage de Vaires, aurait nécessité la modification importante des dessertes ferroviaires actuelles et la création d'une nouvelle gare afin d'assurer la connexion entre le Grand Paris Express et le RER E ainsi que le Transilien P. Ce scénario a donc été écarté principalement à cause des coûts induits sur le réseau existant, ainsi que du manque de disponibilités foncières sur le site de la gare de triage. En effet, le site est aujourd'hui utilisé avec une forte concentration d'activités ferroviaires difficiles à déplacer. Par ailleurs, RFF et la SNCF envisagent une réorganisation des parcelles disponibles, écartant à long terme la possibilité d'un développement urbain de grande ampleur dans ce secteur.

Le tracé du projet sur le tronçon allant de Noisy – Champs à Chelles est fortement conditionné par le raccordement sur l'ouvrage réalisé au nord de la gare de Noisy – Champs dans le cadre de la réalisation de la ligne 15 Sud d'un côté et par la position de la gare de Chelles de l'autre.

Conclusion

Le tracé est conçu pour minimiser les impacts du projet, prendre en compte les contraintes techniques (implantation des ouvrages annexes, franchissement de la Marne, etc.) tout en étant le plus court possible et donc le plus direct.

Compte tenu de ces éléments, un seul tracé s'avère pertinent sur cette section.

3.2.2 Section B : Chelles – Sevran-Livry

Analyse

La section est définie entre les deux gares de « Sevran-Livry » et « Chelles », et traverse le territoire communal de Livry-Gargan, Clichy-sous-Bois, Montfermeil et Chelles.

Sur cette section, les pentes sont fortes en raison de l'altitude observée au niveau du plateau de Clichy-Montfermeil et de l'inscription en fond de vallée des deux gares, de part et d'autre de la butte de l'Aulnoye.

La section B a fait l'objet d'une analyse comparative sur la base de 3 variantes ou groupes de variantes de tracé.

Variante B0 : Tracé de référence

- La variante propose une longueur de 7 970m.
- En termes de tracé, celui-ci est en alignement droit ou en grand rayon au sud de la gare de « Sevran-Livry » et jusqu'à la gare de « Clichy-Montfermeil ».
- Cette gare de « Clichy-Montfermeil » est axée en biais, sous la place du marché, puis le tracé continu avec des alignements droits pour rejoindre la gare de « Chelles ».
- La gare de « Chelles » est implantée suivant un axe nord – sud, perpendiculairement aux voies ferrées.

En ce qui concerne les gares :

La gare de « Clichy Montfermeil » a un axe calé en biais, sous la place du Marché, elle est implantée le plus au sud possible afin de ne pas empiéter sur les emprises du futur bâtiment G1.

La gare de « Chelles » a un axe nord – sud, perpendiculaire aux emprises ferroviaires, et est implantée au sud du parc, à proximité du mur de soutènement des voies ferrées.

Variante B1 : Il s'agit de la principale variante étudiée. Elle a eu le statut de tracé de référence à un stade antérieur des études.

- La variante affiche une longueur de 8 480m.
- La variante présente une succession de courbe et contrecourbe de rayons de 600m à 1 000m sur la majeure partie de son linéaire.
- Longeant l'Avenue de Livry au nord, elle s'inscrit ensuite à l'ouest de cette dernière afin de passer sous la RN3 et les terrains de sport municipaux en bordure.
- Le tracé présente ensuite une courbe vers l'est passant sous l'Allée de Coubron et sous l'Allée Veuve Lindet Girard. Par une contre-courbe, le tracé s'oriente à nouveau vers l'ouest où il marque un alignement droit au niveau de la gare « Clichy-Montfermeil », placée en bordure de l'aqueduc de la Dhuis.
- Marquant une courbe, le tracé s'inscrit ensuite sous le boulevard Bargue, la rue du Général de Gaulle et l'Avenue Jean Jaurès. Il forme ensuite deux courbes de 650m de rayon sur le territoire de Montfermeil et de Chelles. Un alignement droit permet finalement de connecter le tracé au à la gare de « Chelles »
- En ce qui concerne les gares :

La gare de « Clichy Montfermeil » a un axe calé nord - sud, sous l'avenue Anatole France. Elle est implantée au nord de l'allée Romain Rolland afin de ne pas empiéter sur la plateforme du tramway T4.

La gare de « Chelles » a un axe nord – sud, perpendiculaire aux emprises ferroviaires, et est implantée au sud du parc, à proximité du mur de soutènement des voies ferrées.

Variante B2 : Il s'agit d'un groupe de variantes sur une portion du tracé prises en compte à divers stade des études.

- Ces variantes sont des alternatives locales qui ont été envisagées pour gérer des problématiques ponctuelles de type évitement d'immeuble de grande hauteur ou de constructions ou évitement d'ouvrage souterrain.

Entre les deux gares de « Sevran-Livry » et de « Chelles », la variante B1 propose un tracé sensiblement plus long, mais implanté préférentiellement sous des emprises non bâties (terrains de sport municipaux, forêt régionale de Bondy, centre commercial).

Le tracé B0 permet en partie l'inscription en retrait de l'infrastructure vis-à-vis de la zone tampon des emprises de la ZPS des Sites de Seine-Saint-Denis. Il facilite en outre l'insertion des puits annexes dans l'occupation du sol.

Conclusion

La variante B0 présente les avantages suivants :

- un linéaire plus court de l'ordre de 400 m permettant de limiter les coûts d'investissement et les coûts d'exploitation. Ce tracé permet de gagner un mois sur l'intervention du tunnelier et limite la distance annuelle parcourue ;
- une meilleure prise en compte de l'environnement et des délais de réalisation davantage maîtrisés, puisque la solution retenue n'a pas d'impact sur la zone Natura 2000 de la forêt de Bondy (toutefois, la gare de Clichy – Montfermeil est localisée dans une zone tampon Natura 2000) ;

Le **tableau 3.2-1** présente l'analyse multicritère des variante B0 et B1 réalisée par la Société du Grand Paris.

3.2.3 Section C : Sevran-Livry - Aulnay

Analyse

Relativement courte, cette section admet les gares de « Aulnay », « Sevran-Beaudottes » et « Sevran-Livry », cette dernière étant positionnée en approche immédiate du canal de l'Ourcq.

La section C a fait l'objet d'une analyse comparative sur la base de 2 variantes.

Variante C0 : Tracé de référence.

- La variante a une longueur de 4 395m.
- En termes de tracé, la gare « d'Aulnay » est positionnée en biais sur le terre-plein central de la RN2, puis le tracé comporte :
- une courbe de rayon 1 300m et une contrecourbe pour revenir sous l'emprise de la voirie sud de la RN2,
- un alignement droit réduit sous cette RN2,
- une grande courbe de rayon 1 200m pour venir en axe nord/ouest – sud/est,
- une courbe et contrecourbe (de rayon 600m chacune) pour éviter des immeubles R+7,
- un alignement droit vers la gare de « Sevran-Beaudottes »,
- puis une courbe de rayon 600m pour atteindre la gare de « Sevran-Livry ».

Tableau 3.2-1 : Analyse multicritère des variantes de tracé entre Chelles et Sevran - Livry

Critères		Variante B1	Variante B0
Caractéristiques techniques	Longueur de tracé	8 385 m	7 970 m
	Gares profondes (plus de 30 m)	0/3	0/3
Fonctionnalités	Temps de parcours		-12 s par rapport à B1 Différence non significative
	Distance annuelle parcourue	5 500 000 km.voiture/an	5 220 000 km.voiture/an
Compatibilité gares	Gare de Chelles	Bonne desserte du centre-ville, et bonnes conditions de correspondance avec le RER E et le Transilien P et les bus. Implantation permettant de limiter les contraintes techniques (et les aléas qui sont liés) et de conserver le fonctionnement de la gare routière pendant les travaux. Mais nécessaire acquisition de pavillons.	
	Gare de Clichy – Montfermeil	Bonne insertion urbaine et bonne compatibilité avec les projets urbains. Temps de correspondance avec le T4 optimisé, mais risque important d'interfaces en phase travaux	Bonne insertion urbaine et bonne compatibilité avec les projets urbains. Temps de correspondance avec le T4 allongé mais peu d'interfaces en phase travaux
	Gare de Sevran – Livry	Bonne desserte de Sevran et de Livry et des espaces de loisir (canal de l'Ourcq et du parc de la Poudrerie). Implantation dans une zone présentant un potentiel de développement urbain important. Position entre le faisceau ferré et le canal permettant de s'affranchir de contraintes techniques lourdes en phase travaux.	
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	Impact du puits P54A sur la forêt de Bondy (Natura 2000)	Gare de Clichy – Montfermeil localisée dans une zone tampon Natura 2000
	Activités humaines et cadre de vie		
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé / des gares	Passage à proximité d'un R+17 au nord de Clichy – Montfermeil	Passages entre immeubles R+12 à Chelles
Durée des travaux	Délais de réalisation du tunnel		- 1 mois de travaux au tunnelier par rapport à B1
	Délais relatifs aux gares et ouvrages annexes	Risques liés à l'implantation du puits P54A en forêt de Bondy (zone Natura 2000)	Pas de délai particulier à envisager
Coûts			Travaux : - 20 M€ environ par rapport à B1 Exploitation: - 5% par rapport à B1

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable	Non évalué ou non discriminant

Tableau 3.2-2 : Analyse multicritère des variantes de tracé entre Sevran – Livry et Aulnay

Critères		Variante C1	Variante C0
Caractéristiques techniques	Longueur de tracé	4 830 m	4 380 m
	Gares profondes (plus de 30 m)	0/3	1/3
Fonctionnalités	Temps de parcours		-14 s par rapport à C1
	Distance annuelle parcourue	3 170 000 km.voiture/an	2 870 000 km.voiture/an (-10 % par rapport à C1)
Compatibilité gares	Gare de Sevran - Livry	Bonne desserte de Sevran et de Livry et des espaces de loisir. Implantation dans une zone présentant un potentiel de développement urbain important. Position entre le faisceau ferré et le canal permettant de s'affranchir de contraintes techniques lourdes en phase travaux.	
	Gare de Sevran-Beaudottes	Bonne insertion urbaine et temps de correspondance avec le RER B et les bus réduit. Organisation des travaux complexe, avec risque d'atteinte aux réseaux	Bonne insertion urbaine. Temps de correspondance plus importants du fait de l'approfondissement de la gare de 4 m. Contraintes techniques et risques en phase travaux liés au franchissement du RER B à proximité de la gare.
	Gare d'Aulnay	Gare en position centrale sur le terre-plein de l'ex-RN2 entre le carrefour de l'Europe et le futur parc urbain. Très bonne insertion urbaine avec possibilité d'améliorer les liaisons cycles et bus. Emprises très importantes facilitant l'organisation de la phase travaux.	
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	- Impact du puits P32 A sur le parc du Sausset (Natura 200) - Effet barrage sur la nappe phréatique du puits et du tunnel	Impacts plus modérés
	Activités humaines et cadre de vie	P33A : impact sur le cadre de vie (implantation à proximité d'immeubles)	P41B : impact sur activités et commerces
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé / des gares	Nombreuses contraintes liées à la proximité d'immeubles hauts, de réseaux et du RER B. Interactions avec des projets urbains (Sequano) Risques faibles liés aux vibrations près du CHU	Nombreuses contraintes liées à la proximité d'immeubles hauts, de réseaux et du RER B (gare de Sevran-Beaudottes). Interactions avec des projets urbains (Sequano)
Durée des travaux	Délais de réalisation du tunnel		- 2 mois de travaux au tunnelier par rapport au tracé 1
	Délais relatifs aux gares et ouvrages annexes	Réseaux au niveau de la gare de Sevran-Beaudottes et impact en zone Natura 2000	Maintien de la circulation lors de la construction de la gare de Sevran-Beaudottes
Coûts			Travaux : - 10 M€ environ par rapport au à C1 Exploitation: - 10% par rapport au à C1

En ce qui concerne les gares :

La gare de « Sevran-Beaudottes » a un axe biais nord/ouest – sud/est. Elle est implantée sous un carrefour en échappant en partie à la rue Raoul Dautry mais croisant l'avenue Salvador Allende.

La gare de « Sevran-Livry » a un axe nord – sud et est implantée sous le parvis de la gare RER, entre le bâtiment voyageurs et le canal de l'Ourcq.

Variante C1 : Il s'agit de la principale variante étudiée. Elle a eu le statut de tracé de référence à un stade antérieur des études.

- La longueur de la variante est de 4 830m.
- En termes de tracé, la gare « d'Aulnay » est biaise sur le terre-plein central de la RN2, puis le tracé comporte :
- une courbe de rayon 1 300m et une contrecourbe pour revenir sous l'emprise de la voirie sud de la RN2,
- un alignement droit sous cette RN2,
- une grande courbe de rayon 700m puis 600m pour venir en axe nord – sud,
- un alignement droit vers la gare de « Sevran-Beaudottes »,
- puis une courbe – contrecourbe (de rayon 600m chacune) pour atteindre la gare de « Sevran-Livry ».

En ce qui concerne les gares :

- La gare de « Sevran-Beaudottes » a un axe nord – sud. Elle est implantée sous la rue Raoul Dautry.
- La gare de « Sevran-Livry » a un axe nord – sud et est implantée sous le parvis de la gare RER, entre le bâtiment voyageurs et le canal de l'Ourcq.

Point concernant l'implantation des gares

La réalisation de la variante C0 implique l'abaissement du profil en long du tunnel afin de pouvoir passer sous l'actuelle gare RER de « Sevran-Beaudottes » tout en gardant une marge entre les deux infrastructures et évitant ainsi de déstabiliser la gare existant.

Cette mise en œuvre implique également un léger décalage de la gare vers l'est par rapport à la variante C1.

Entre les deux gares « d'Aulnay » et de « Sevran-Livry », la variante C0 propose un tracé direct dont la distance est proche de celle à vol d'oiseau (écart de 4% seulement).

Ce tracé apporte des avantages indéniables sur les points suivants :

- Gains financiers en investissement (11,3 M€ de travaux) et en exploitation (6,5 M€ pour 20 ans d'exploitation),
- Gain en temps de parcours et gain sur durée de creusement du tunnel et donc sur le planning global (2 mois),
- Suppression/réduction des impacts environnementaux sur le parc du Sausset, classé Natura 2000 par éloignement du tracé de l'emprise du parc,
- Interface avec les emprises ferroviaires très localisée,
- Implantation plus facile des puits de secours et ventilation/désenfumage.

Ce tracé court implique une implantation biaise de la gare de « Sevran-Beaudottes » avec un franchissement des ouvrages ferroviaires du RER B immédiatement en amont de cette gare.

De plus la variante C0 passe sous des immeubles R+4 également en amont de la gare.

Ces contraintes impliquent un approfondissement du niveau de la gare de l'ordre de 4m par rapport à la variante C1 (tracé long) avec la gare implantée le long des emprises ferroviaires suivant un axe nord – sud.

Avec cet approfondissement, le niveau des quais est à environ 29m de profondeur par rapport au terrain naturel et à environ 22.50m de profondeur par rapport au niveau des quais du RER B. Ces valeurs apparaissent encore raisonnables fonctionnellement.

Sinon l'implantation biaise de la gare s'intègre bien dans le site avec un impact des travaux minorés et des contraintes réseaux moins fortes que rue Raoul Dautry. Les aménagements en surface et la liaison de correspondance avec les quais du RER sont similaires à ceux de la variante 3A.

Conclusion

La variante C0 présente les avantages suivants :

- une longueur plus courte de 450 m permettant de limiter les coûts d'investissement et les coûts d'exploitation. Ce tracé permet également de gagner deux mois sur l'intervention du tunnelier, ainsi qu'un gain de 14 secondes (soit environ 6 %) de temps de trajet sur la section ;
- une meilleure prise en compte de l'environnement, puisqu'elle n'a pas d'impact sur la zone Natura 2000 du parc du Sausset ni ne présente de risque d'effet barrage sur les nappes phréatiques dans cette même zone.

Le **tableau 3.2-2** présente l'analyse multicritère réalisée par la société du Grand Paris.

3.2.4 Section D : Aulnay - Le Bourget RER

Analyse

La section D est définie entre « Le Bourget RER » et « Aulnay », au travers des communes du Bourget, du Blanc-Mesnil et d'Aulnay-sous-Bois.

Trois gares sont identifiées au sein de cette section, gares d'extrémité incluses, à savoir « Le Bourget RER », « Le Blanc-Mesnil » et « Aulnay ».

La section a fait l'objet d'une analyse comparative sur la base de 2 tracés affinés.

Variante D0 : Tracé de référence.

- La variante a une longueur de 5 450 m, très proche de la distance à vol d'oiseau qui est de 5 400 m.
- En termes de tracé, la gare du « Bourget RER » est axée en parallèle le long des voies ferrées du RERB sur une courte distance, avant de remonter au nord par une courbe de 1500m suivi d'un alignement droit sur lequel est implantée la gare du « Blanc-Mesnil ». Des

rayons de 2000m et 1000m permettent ensuite de revenir dans l'axe de la RN2. La gare « d'Aulnay » est biaise sur le terre-plein central de la RN2.

En ce qui concerne les gares :

- La gare du « Blanc-Mesnil » a un axe calé sur celui de l'espace Langevin, elle est implantée à cheval sous cet espace et sous le parc.
- La gare « d'Aulnay » a un axe ouest – est, en biais par rapport à la RN2, et est implantée sous le terre-plein central de cette RN2.

Variante D1 : Il s'agit de la seule variante étudiée. Elle a eu le statut de tracé de référence à un stade antérieur des études.

- La variante a une longueur de 5 710m.
- En termes de tracé, la gare du « Bourget RER » est axée en parallèle le long des voies ferrées du RER B, le tracé continu avant de remonter au nord par une courbe de 900m suivie d'un alignement droit sur lequel est implanté la gare du « Blanc-Mesnil ». Un rayon de 600m permet ensuite de revenir dans l'axe de la RN2. La gare « d'Aulnay » est biaise sur le terre-plein central de la RN2.

En ce qui concerne les gares :

- La gare du « Blanc-Mesnil » a un axe calé sur celui de l'espace Langevin, elle est implantée à cheval sous cet espace et sous le parc.
- La gare « d'Aulnay » a un axe ouest – est, en biais par rapport à la RN2, et est implantée sous le terre-plein central de cette RN2.

Conclusion

La variante D0 présente les avantages suivants :

- une longueur plus courte de 200 m permettant de limiter les coûts d'investissement et les coûts d'exploitation. Ce tracé permet également de gagner un mois sur l'intervention du tunnelier. Le gain de temps de parcours est peu important, de l'ordre de 8 secondes ;
- un impact plus léger sur l'environnement humain, car elle évite l'implantation de puits en zone pavillonnaire.

Le **tableau 3.2-3** présente l'analyse multicritère réalisée par la Société du Grand Paris.

Tableau 3.2-3 : Analyse multicritère des variantes de tracé entre Aulnay et Le Bourget RER

Critères		Tracé 1	Tracé 2
Caractéristiques techniques	Longueur de tracé	3 640 m	3 430 m
	Gares profondes (plus de 30 m)	0/3	0/3
Fonctionnalités	Temps de parcours		-8 s par rapport au tracé 1 Différence non significative
	Distance annuelle parcourue	3 740 000 km.voiture/an	3 570 000 km.voiture/an
Compatibilité gares	Gare d'Aulnay	Gare en position centrale sur le terre-plein de l'ex-RN2 entre le carrefour de l'Europe et le futur parc urbain. Très bonne insertion urbaine avec possibilité d'améliorer les liaisons cycles et bus. Emprises très importantes facilitant l'organisation de la phase travaux.	
	Gare du Blanc-Mesnil	Scénarios peu différenciés Bonne insertion urbaine à cheval entre la parcelle Langevin et le parc Jacques Duclos Pas de difficultés particulières en phase travaux	
	Gare du Bourget RER	Gare de correspondance d'emprises importantes. Correspondance efficace avec les autres transports ferrés et les bus. Bonne insertion dans le tissu urbain.	
Contraintes et risques liés à l'environnement du tracé	Milieu physique et naturel	Pas d'impact notable	Pas d'impact notable
	Activités humaines et cadre de vie	Puits 13A et 14A localisés en zone pavillonnaires (risques d'atteinte au cadre de vie)	Pas d'impact notable
	Infrastructures et bâti à proximité du tracé / des gares	- Ponts Grande Ceinture et Tangentielle Nord, Voie Ferrée Garonor, autoroute A3 - Canalisation de La Morée	- Ponts Grande Ceinture et Tangentielle Nord, Voie Ferrée Garonor, autoroute A3 - Canalisation de La Morée
Durée des travaux	Délais de réalisation du tunnel		- 1 mois de travaux au tunnelier par rapport au tracé 1
	Délais relatifs aux gares et ouvrages annexes	Pas de délai particulier	Pas de délai particulier
Coûts			Travaux : - 10M€ environ par rapport au tracé 1 Exploitation: - 5% par rapport au tracé 1

Très favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable	Non évalué ou non discriminant

3.2.5 Section E : Le Bourget RER – Saint-Denis-Pleyel (Lignes 16/17 et 14)

La section E est définie entre« Saint-Denis Pleyel » et « Le Bourget RER », prenant en compte les arrières-gares de « Saint-Denis Pleyel » (lignes 16 et 17) et le raccordement entre « Saint-Denis Pleyel » et « Mairie de Saint-Ouen » (prolongement de la ligne 14).

Un seul tracé a fait l'objet d'études préliminaires de conception sur la section. Aussi, sur cette section, la variante initialement étudiée a-t-elle été stabilisée en tant que tracé de référence de l'infrastructure.

Ce tracé est fortement contraint par les choix du Maître d'ouvrage relatifs à la position des gares et par l'occupation du sol et du sous-sol : en particulier grandes infrastructures routières (A1, A86) et voies ferrées (faisceaux issus de la gare du nord).

Ce tracé :

- s'étend ainsi sur 6,3 km, arrière-gare comprise, de Ligne 16, dont 5,5 km en commun avec la Ligne 17,
- prend également en compte les 1,7 km de Ligne 14 dont les 1,2 km d'arrière-gare à l'est de la gare « Saint-Denis Pleyel ».
- Une analyse comparative a toutefois été entreprise sur l'arrière-gare du « Bourget RER », permettant le remisage de quelques voitures.

Point concernant l'implantation de la gare de Saint-Denis-Pleyel

L'implantation à l'ouest du faisceau de voies de la gare du nord a été retenue par rapport à une implantation à l'est, sous la Place des Etoiles, notamment pour des raisons techniques dues à l'importance de la gare (correspondance de 3 lignes) et à l'occupation du sol en surface.

3.2.6 Analyse des partis pris concernant la réalisation des gares et des puits annexes

3.2.6.1 Evolution de la longueur des gares

Les choix préalables d'implantations des gares au niveau de la Ligne 16 sont largement présentés au sein des pièces C et D du dossier d'enquête préalable à la DUP. La lecture de ces documents est donc primordiale pour appréhender l'ensemble des réflexions menées concernant le positionnement des gares.

Le présent paragraphe s'attache donc plus spécialement à appréhender les deux scénarios de longueur des gares ayant fait l'objet d'une réflexion par la Société du Grand Paris. Ces deux scénarios sont axés sur la longueur des quais affichés à 120m initialement, puis revus à 54m dans le cadre des orientations du gouvernement présentées en mars 2013 dans le cadre du « Nouveau Grand Paris ».

Dans le projet initial, l'actuelle ligne 16 était partie intégrante de la rocade autour de Paris en continuité des actuelles parties sud et ouest de la ligne 15. Il était donc justifié de prévoir la même capacité de transport. Cette capacité était maximale, soit des trains de 120 m, donc des gares de 120 m, car la rocade autour de Paris est la ligne où le plus fort trafic est attendu.

La substitution de l'actuelle ligne 16 par la section de la ligne 15 entre Saint-Denis-Pleyel et Champigny-Centre, la ligne orange sous maîtrise d'ouvrage du STIF, pour boucler la rocade engendre la déconnexion de la ligne 16.

La validation du choix de la déconnexion a conduit la Société du Grand Paris à réorienter le projet de la ligne 16 vers un métro adapté, mais avec des options permettant sa transformation en métro lourd au besoin : la longueur des quais a été divisée par plus de 2 à 54m, mais le tunnel aux abords des stations est en alignement droit sur au moins 120m pour permettre un agrandissement en cas de besoin.

Outre une réduction significative des coûts de travaux, la réduction de la taille des gares, réalisées suivant un principe de « tranchée couverte », présente plusieurs avantages sur le plan environnemental :

- Diminution de moitié en longueur des excavations nécessaires à la réalisation des gares réduisant la durée de l'ensemble des travaux sur site et les gènes associés (nuisances sonores, encombrements des rues,…),
- Limitation des volumes de déblais à excaver, stockés, acheminés et traiter en centre agréé si besoin,
- Réduction des emprises de chantiers et donc des acquisitions préalables nécessaires,
- Réduction des matériaux et matières premières utilisés à la réalisation de la structure des gares,
- Diminution des impacts potentiels de la structure des gares sur les caractéristiques du sous-sol, et notamment des écoulements des nappes souterraines, parfois captées pour la consommation humaine ou utilisées pour la production d'énergie,
- Diminution des interactions possibles avec les réseaux souterrains existants,
- Insertion urbaine plus facile des émergences des gares.

Sur cette base non exhaustive, il paraît évident que des quais plus réduits permettent de limiter certaines mesures et coûts associés de réduction des impacts liés à la mise en œuvre des gares.

3.2.6.2 Partis pris pour la réalisation des ouvrages annexes (puits)

La mise en œuvre des puits permet de garantir la bonne ventilation du tunnel et l'accès aux services de secours en phase d'exploitation de l'infrastructure. Leur réalisation est donc essentielle et concoure au bon fonctionnement du système de transport.

La réalisation des puits en tant qu'ouvrages annexes pose cependant certaines réflexions concernant :

L'insertion qui doit être adaptée en milieu urbain, et donc le plus possible en dehors des zones de protections diverses (protection du patrimoine naturel, protection du patrimoine historique et bâti, limitation des nuisances,…)

L'acquisition des emprises nécessaires à la réalisation des travaux.

Les réflexions concernant la localisation exacte des puits sont en cours à la Société du Grand Paris. Les orientations d'insertion reposent principalement :

- Sur une limitation des frais d'acquisitions des parcelles permettant la mise en œuvre des ouvrages, sachant que chaque puits doit être placé à un maximum de 800m d'un autre puits ou d'une gare,

- Sur une réduction des linéaires de tracé concourant à limiter le nombre de puits, et donc :

- Les aires d'acquisitions,

- Les coûts associés aux travaux, dont notamment les coûts de gestion des terres excavées, de leur transport et de leur traitement en centre adapté,

- La prise en compte des contraintes environnementales soulevées lors de la réalisation des travaux sur l'état initial de l'environnement (rapport 1/3 de la présente étude d'impact).

- Ces réflexions mènent aujourd'hui la Société du Grand Paris à modifier au cas par cas l'implantation de certains des puits tels que définis dans les premières versions du tracé de la Ligne 16.

Le travail mené par la Société du Grand Paris a consisté à faire évoluer le tracé dans son ensemble afin de réduire à la source (dès la phase préliminaire de conception) les impacts occasionnés par sa mise en œuvre.

4 Milieu physique et Sous-sol – Analyse impacts et des mesures d’accompagnement

4.1 Géologie et Géotechnique

4.1.1 Impacts et mesures en phase chantier ; prise en compte du risque géologique

4.1.1.1 Impacts directs et indirects

Le projet de métro du Grand Paris étant implanté dans le milieu souterrain, il est soumis à des contraintes spécifiques principalement liées à la nature des formations géologiques traversées.

Problématique du gypse :

Le gypse est présent sous deux formes dans la zone concernée par le projet :

Dans la formation géologique des Masses et Marnes du gypse : cette formation est la seule formation géologique portant dans son nom le fait qu'elle contient du gypse sous forme de marnes gypseuses et de gypse cristallisé. **La butte de l'Aulnoye est le secteur concerné.**

A ce niveau, le gypse est intégré à la formation des Masses et Marnes du Gypse dont l'épaisseur et la profondeur est quasiment constante à l'échelle du linéaire. Son épaisseur est d'environ 30 m sur l'ensemble de la butte.

En certains endroits, cette formation sera traversée lors de la construction du réseau qui s'effectuera au tunnelier.

D'après le tracé de référence actuel, la portion du projet interceptant cette formation s'étend sur une portion longue d'environ 4,5 km (en moyenne 2 km de part et d'autre de la gare « Clichy-Montfermeil »).

Dans les formations sous-jacentes, du Calcaire de Saint-Ouen, des Sables de Beauchamp et des Marnes et Caillasses, sous forme d'imprégnation des matrices calcaires, sableuses et marneuses et de nodules, parfois contenant du gypse cristallisé.

La Plaine de France, soit la partie comprise entre Saint-Denis-Pleyel et Sevran-Livry, **est concernée**.

Le projet traverse principalement les formations du Calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp, et traverse ponctuellement celles des Marnes et Caillasses.

La cartographie de ces zones de gypses n'étant pas exhaustive, certaines portions du fuseau, non identifiées actuellement comme telles, seront potentiellement concernées par ce risque.

De plus, la répartition des inclusions de gypse présente un caractère aléatoire, ce qui explique la difficulté à circonscrire avec précision les zones à risque, d'autant plus que la présence de gypse ne constitue pas à elle seule un danger.

Face à cet aléa, le risque généré par les travaux du tunnel est la dissolution du gypse qui est engendrée par la création de circulations d'eau. Il en résulte l'apparition d'un vide franc ou d'une zone décomprimée dans le sous-sol.

L'instabilité des terrains situés au-dessus du gypse peut prendre trois aspects principaux :

- L'effondrement de terrain pouvant atteindre plus d'un mètre de profondeur à l'aplomb de la cavité, lorsque celle-ci est importante et/ou peu profonde ;
- L'affaissement de terrain, déformation en surface, pouvant atteindre plusieurs décimètres, lorsque les cavités sont de petit volume et/ou situé sous un recouvrement important ;
- La perte de caractéristiques mécaniques des terrains.

L'impact direct potentiel du projet se définit comme la suppression locale des roches en place par l'introduction d'une cavité étanche constituée par le tunnel et les ouvrages annexes.

Les impacts indirects résultent des conséquences éventuelles de la mise en place de cette cavité, en particulier sur la dissolution du gypse.

Les impacts de la phase chantier sont donc potentiellement forts car les risques associés décrits ci-dessus ont des conséquences pouvant être graves si aucune mesure de prévention n'est mise en place.

Présence d'anciennes carrières :

Le gypse 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.

Rappelons que le gypse est très soluble dans l'eau. Les galeries vides deviennent des axes privilégiés de circulation des eaux souterraines. La dissolution progressive du gypse fragilise le toit des galeries, pouvant provoquer des désordres en surface de nature différente :

- Les fontis sont des effondrements ponctuels, le plus souvent circulaires, localisés à l'aplomb des cavités. Ils sont initiés par la rupture du toit de la galerie ou du vide par cisaillement des appuis. Les vides peuvent remonter vers la surface après affaissement des terrains les recouvrant et provoquer alors une cavité appelée fontis.
- Les affaissements, visibles en surface, se présentent sous forme de cuvettes peu profondes. Ils sont souvent consécutifs à l'apparition d'un fontis en profondeur.
- Les effondrements généralisés se caractérisent par la rupture de plusieurs piliers d'une même carrière. Ils sont donc susceptibles d'affecter une superficie de plusieurs hectares.

Le service de l'Inspection Générale des Carrières (IGC) est chargé du recensement de ces anciennes carrières et un zonage spécial a été intégré aux plans de prévention des risques (PPR) pour prendre en compte ce risque d'effondrement.

Ces galeries sont donc à l'origine de contraintes géotechniques fortes au moment de la réalisation du projet.

En effet, la traversée des galeries par le tunnelier constitue un facteur de risque important dans la mesure où elle est susceptible de générer des tassements pouvant déstabiliser l'équilibre parfois précaire des niveaux de carrières. Il est également important de souligner le risque potentiel d'effondrements de carrières engendré par les vibrations issues des travaux dans le tunnel.

L'impact potentiel du projet est ici : la mise en œuvre du tunnel, des gares et des ouvrages annexes est susceptible de produire des désordres dans le sous-sol. Le risque est localement fort et impose des mesures de prévention appropriées.

Sur le linéaire du projet, la zone d'exploitation souterraine du gypse associée à ce risque concerne principalement les communes de Livry-Gargan, Clichy-sous-Bois, Montfermeil et Chelles. En effet, la butte de l'Aulnoye a été marqué par une exploitation importante du sous-sol gypseux par les carriers, majoritairement sur les versants de la butte (Figure 4.1-9).

Néanmoins, il n'existe pas de cartographie exhaustive de ces carrières. Par conséquent, au risque lié aux galeries elles-mêmes, s'ajoute un risque lié aux incertitudes sur l'existence de carrières non connues. Des études de sols complémentaires seront donc indispensables et effectuées avant tout aménagement dans ces zones sensibles afin de rechercher d'éventuelles cavités.

Cas du calcaire grossier

La problématique existe aussi pour les anciennes carrières de calcaire grossier. Le projet ne traverse pas cette strate géologique. Il n'y a donc pas d'interaction directe entre le projet et ce calcaire grossier.

Il n'a pas été exploité dans ce secteur de la région Ile-de-France. Il n'y a donc pas d'impact lié à ce calcaire.

Cela ne signifie cependant pas que tout risque lié à des cavités ayant d'autres origines, karstiques notamment, soit écarté.

Retrait-gonflement des argiles :

Le phénomène de retrait-gonflement des argiles est dû pour l'essentiel à des variations de volume de formations argileuses sous l'effet de l'évolution de leur teneur en eau. Ces variations de volume se traduisent par des mouvements différentiels de terrain, susceptibles de provoquer des désordres en surface, au niveau du bâti.

La formation géologique principalement concernée est celle des argiles vertes dont les affleurements sont représentés en rouge sur la carte de la **Figure 4.1-8.**

Cet aléa est donc très élevé lorsque ces argiles affleurent et constituent les premiers mètres de la formation en place. Il existe également en profondeur mais dans une moindre mesure.

Le tracé du fuseau de 500m sur la carte d'aléa vis-à-vis du risque de retrait-gonflement des argiles, permet de déterminer le niveau d'aléa le long de la ligne (gares et linéaire) :

- **Aléa fort à moyen** : de la gare « Saint-Denis Pleyel » au canal Saint-Denis inclus, de la gare « Le Bourget RER B » à la gare « Le Blanc-Mesnil » inclues, environ 3 km de part et d'autre de la gare « Clichy-Montfermeil » et à l'extrémité sud du tronçon (au niveau de la gare « Noisy-Champs).
- **Aléa faible** : du canal Saint-Denis à la gare « Le Bourget RER » exclue, de la gare « Le Blanc-Mesnil » exclue à la gare « Sevran-Livry » inclue et sur les commune de Chelles et Gournay-sur-Marne (c'est-à-dire sur une zone d'environ 1,5 km de part et d'autre de la gare « Chelles »).

Ce phénomène est fortement influencé par le facteur climatique mais un autre facteur de déclenchement important est le facteur anthropique. En effet, tous travaux d'aménagement, en modifiant la répartition des écoulements superficiels et souterrains ainsi que l'évaporation naturelle, sont susceptibles d'entrainer des modifications de teneur en eau de la tranche superficielle du sol.

Ce risque concerne donc essentiellement les aménagements localisés en surface.

L'impact du projet est localisé aux interférences entre les zones argileuses et les ouvrages à construire.

Il est faible dans la mesure où l'implantation de l'infrastructure ne génère pas de perturbations de l'aléa. Cet aléa est surtout une contrainte à la réalisation du projet.

Glissements de terrain :

Cette problématique intègre essentiellement les risques d'affaissements de formations superficielles en zone de pente, notamment en liaison avec des phénomènes hydrauliques.

La base BDMvt du BRGM fournit des informations de base nécessaires à la connaissance et à l'étude préalable de ces phénomènes : glissement de terrain, chutes de blocs et éboulements, coulées de boues, effondrements, érosion de berges. La cartographie de ce phénomène par type d'événement ayant eu lieu, permet d'identifier les communes les plus confrontées à ce risque. Sur la Ligne 16, les communes concernées sont Le Bourget, Aulnay-sous-Bois, Villepinte, Sevran et Chelles. Il convient de noter que sur la commune de Chelles, un nombre important d'effondrement a été recensé au niveau de l'une des variantes de la Ligne 16 qui a été abandonnée en cours d'étude. Il peut être constaté que les zones où des effondrements ont été recensés, correspondent à des zones pentues (versants de vallées à pente significative) et/ou localisées à proximité de zonage PPR Gypse et anciennes carrières. Cette localisation particulière est probablement à l'origine de ces phénomènes.

Au regard de la ponctualité et du peu de phénomène recensés, hormis au niveau de la commune de Chelles ; le risque mouvement de terrain est donc faible sur la majorité du projet.

L'impact du projet est localisé et faible : il n'existe que dans les zones en pente où existent des ouvrages ayant des émergences, c'est-à-dire les versants de la butte de l'Aulnoye et la montée sur le Plateau de Brie.

4.1.1.2 Impacts et aspects réglementaires

Un risque sismique négligeable

Le projet étant situé en zone de sismicité 1, les risques liés à un phénomène sismique sont négligeables.

De plus, le projet n'est pas à même de modifier les paramètres de sismicité à l'échelle de l'Ile-de-France.

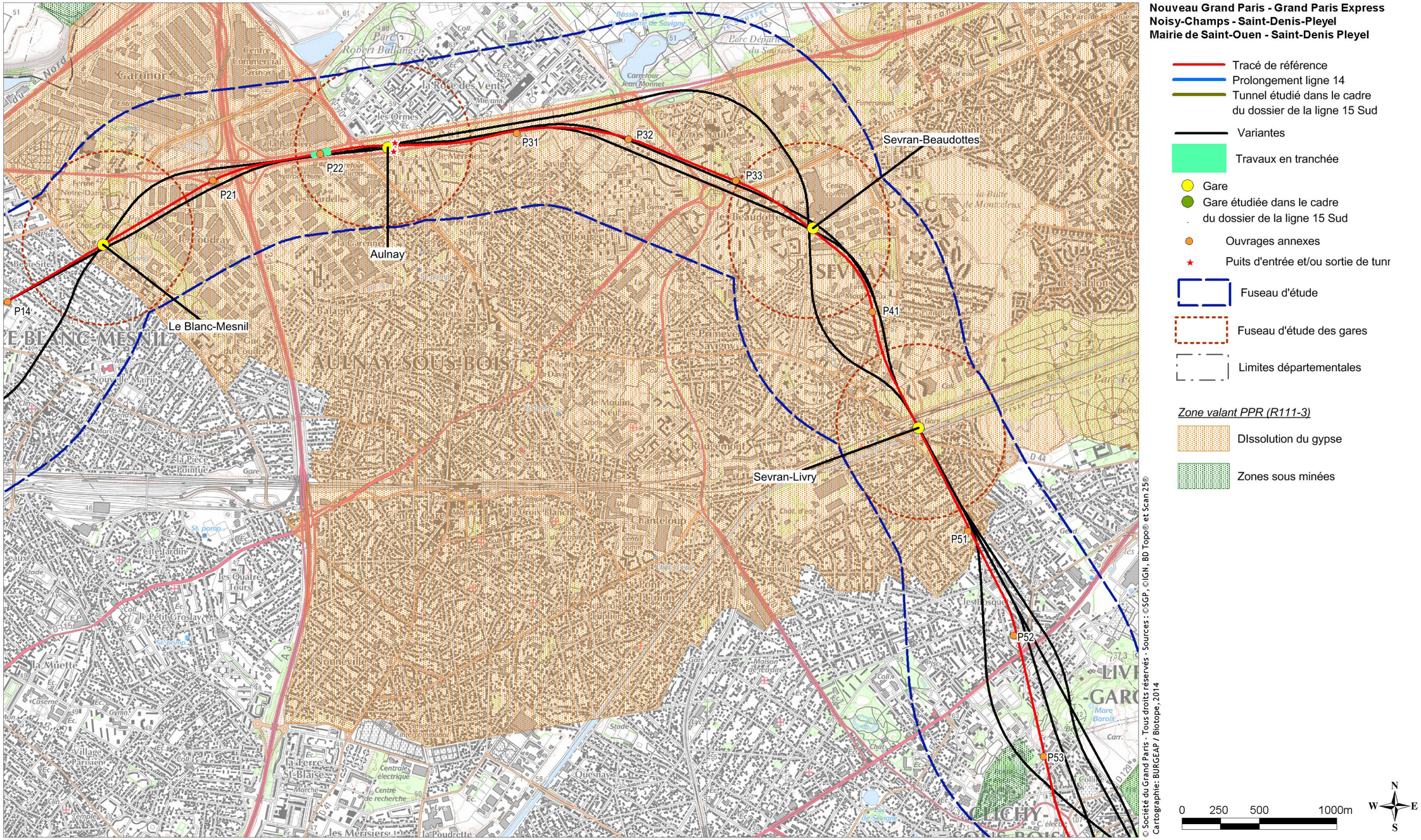


Figure 4.1-1 : Ouvrages du projet au sein de zone valant PPR – zone de dissolution du gypse (article R111-3 du code de l'urbanisme)

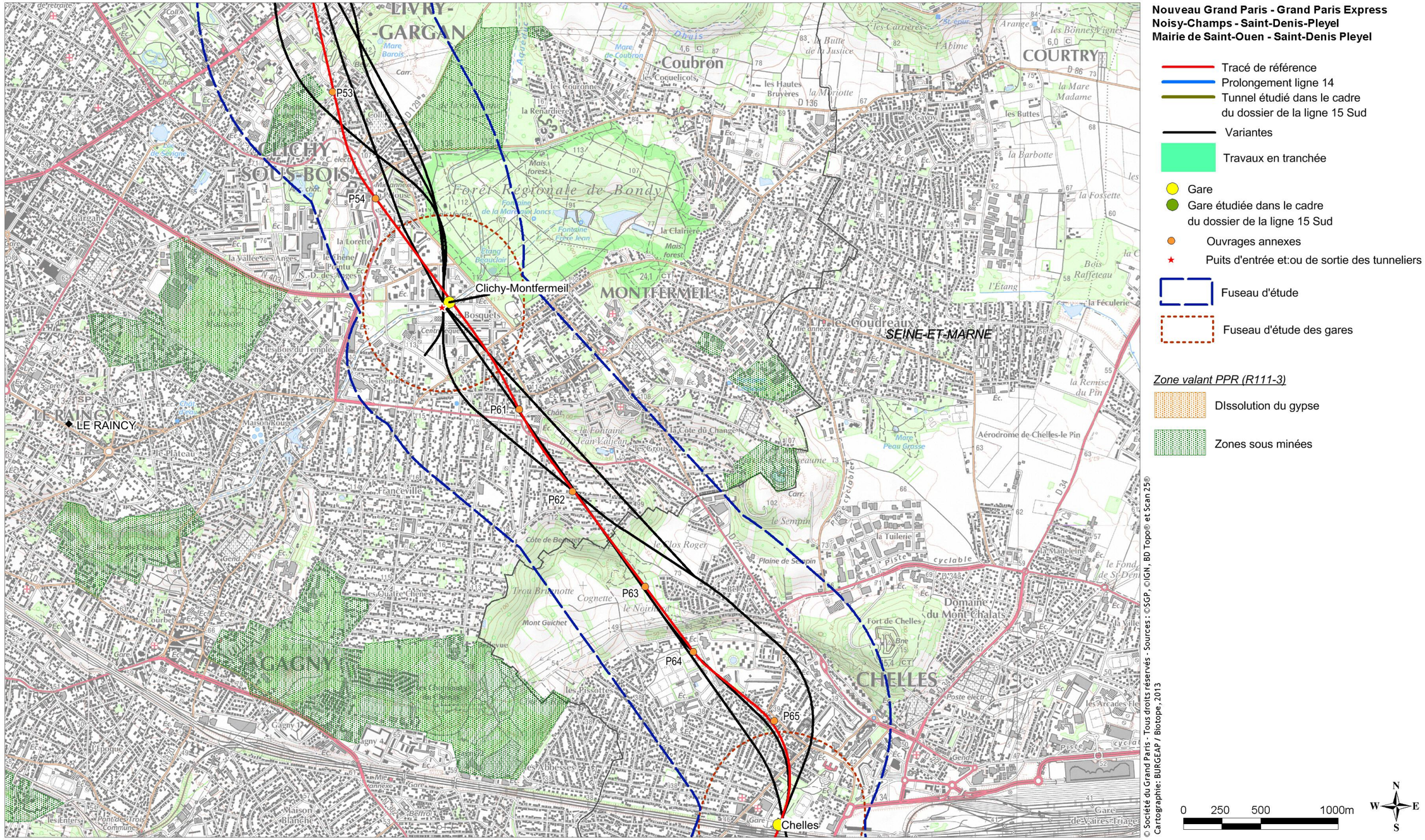


Figure 4.1-2 : Ouvrages du projet au sein de zone valant PPR – zones sous minées (article R111-3 du code de l'urbanisme)

Zonage de risque pris au titre de l'article R111.3 du code de l'urbanisme valant PPR

Localisation des zonages de risque pris au titre de l'article R111-3

Les **Figure 4.1-1** et **Figure 4.1-2** présente les secteurs du projet soumis à des zonages de risque pris au titre de l'article R111-3 du code de l'urbanisme.

Ces zonages ne signifient en aucun cas que les risques sont restreints à ces zones. En effets, les caractéristiques géologiques des sols témoignent de l'importance de ces risques naturels sur la quasi-totalité du projet.

Néanmoins, l'existence de dispositions réglementaires pour toutes les communes concernées par le projet en cours de validité ou en cours d'élaboration témoigne d'une forte préoccupation des autorités sur la thématique des risques géologiques et de la volonté d'intégrer ces risques dans l'aménagement du territoire et dans les constructions futures.

Le projet interfère avec ces zonages à trois endroits :

- Sur une portion de 250m à l'extrémité est de la Ligne 14 (arrière gare de Saint-Denis-Pleyel) pour le risque dissolution de gypse ;
- Le seul ouvrage du projet concerné par un zonage R111-3 est le linéaire du tunnel de la Ligne 14 sur une portion de 250m. Aucune émergence n'est localisée dans cette zone de risque.
- Entre la gare du Blanc Mesnil et jusqu'à 500m au sud de la gare de Sevran-Livry pour le risque dissolution de gypse (communes du Blanc-Mesnil, d'Aulnay-sous-Bois, de Sevran et de Livry-Gargan).

Pour le risque de dissolution de gypse, le projet doit respecter l'arrêté préfectoral du 18 Avril 1995, dont le premier article est présenté ci-après.

Les ouvrages du projet concernés sont les suivants :

tunnel sur l'ensemble du dit linéaire,

quatre gares et leurs emprises chantiers associées (Le Blanc-Mesnil, Aulnay, Sevran-Beaudottes et Sevran-Livry), ainsi que six puits de ventilation et leurs emprises chantiers associées (P21, P22, P31,P32, P33 et P51),

- Plus ponctuellement sur une centaine de mètres, au niveau du tracé de référence sur la commune de Livry-Gargan pour le risque zones sous minées.
- Pour le risque de zones sous minées, c'est l'arrêté du 25 Avril 1967 qui s'applique. Le seul ouvrage du projet concerné par ce zonage R111-3 est le linéaire du tunnel sur une portion de 200m.

EXTRAIT DES ARRETES PREFECTORAUX DU 18 AVRIL 1995
approuvant la délimitation des périmètres
de risque liés aux anciennes carrières
et/ou à la dissolution du gypse antéludien

ARRETE :

Article 1er :
"A l'intérieur de ces zones, les autorisations d'occupation et d'utilisation du sol peuvent être soumises à des conditions spéciales, de nature à rassurer la stabilité des constructions.

Le pétitionnaire sera tenu de se conformer, préalablement à toute nouvelle construction ou extension de bâtiment existant, aux conditions spéciales prescrites dans l'arrêté de permis de construire, délivré par l'autorité compétente, après consultation, par celle-ci, de l'Inspection Générale des Carrières ou de tout organisme compétent en la matière.

Pourront notamment être imposés : le comblement des vides, les consolidations souterraines, les fondations profondes. Dans le cas où la nature du sous-sol serait incertaine, ces travaux pourront être subordonnés à une campagne de sondage préalable".

Figure 4.1-3 : Extrait de l'arrêté préfectoral du 18 Avril 1995 approuvant la délimitation des périmètres de risques liés aux anciennes carrières et/ou à la dissolution de gypse antéludien.

Zones à risques liées au PPRN en cours d'élaboration pour les risques liés aux anciennes carrières et/ou dissolution de gypse

Plusieurs communes sur lesquelles le tracé de référence est implanté, sont concernées par des PPRN relatifs aux risques géologiques (présence d'anciennes carrières ou dissolution de gypse) en cours d'élaboration :

- Saint-Ouen (prescription le 22/12/2004) ;
- Saint-Denis (prescription le 17/01/2005);
- Sevran (prescription le 23/07/2001) ;
- Livry-Gargan (prescription le 22/12/2004) ;
- Chelles (prescription le 06/10/1999).

Saint-Ouen

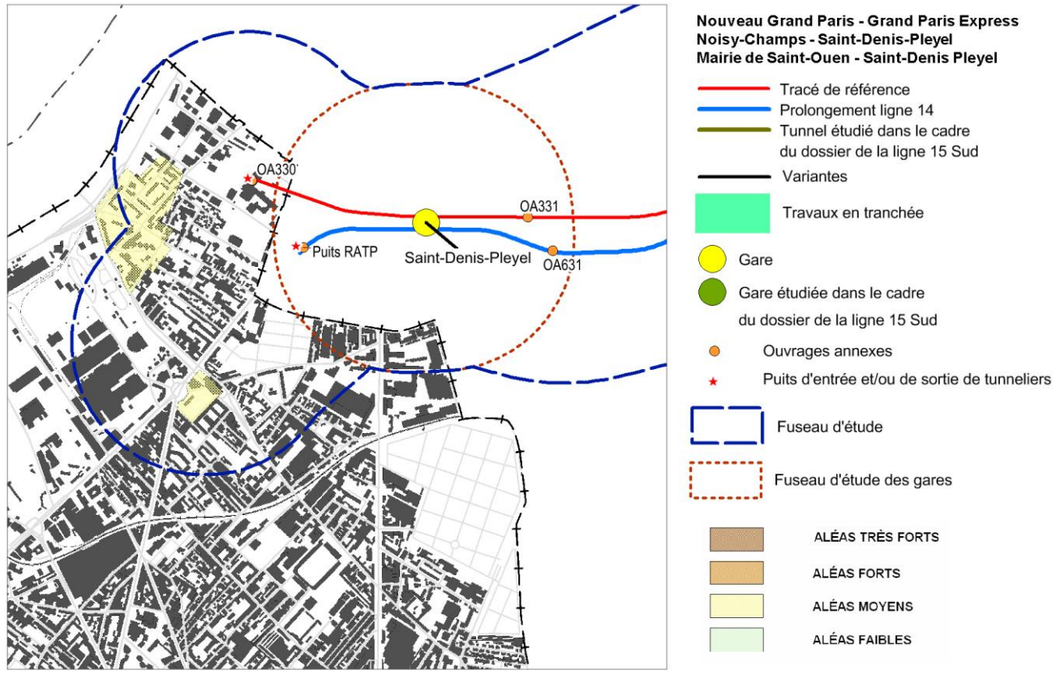


Figure 4.1-4 : Projet 2012 de Plan de Prévention des Risques de mouvement de terrain sur la commune de Saint-Ouen – Carte des aléas de carrières

Comme le montre la carte relative au projet de PPR, aucun ouvrage n'est concerné par les zonages d'aléas moyens de présence d'anciennes carrières sur la commune de Saint-Ouen.

Saint-Denis

Comme le montre le projet de PPR, le puits d'attaque à Saint-Denis (OA332) et sa base chantier sont soumis à des aléas faibles à moyens concernant la dissolution du gypse.

Des prescriptions réglementaires relatives au futur PPRN seront à respecter.

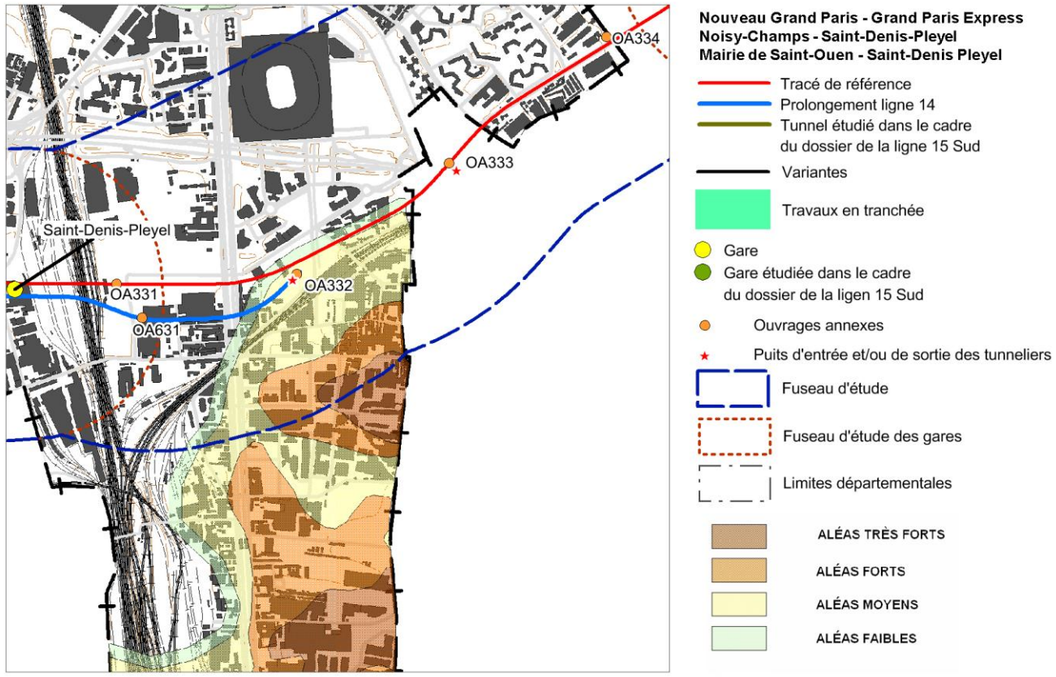


Figure 4.1-5 : Projet 2012 de Plan de Prévention des Risques de mouvement de terrain sur la commune de Saint-Denis – Carte des aléas de dissolution du gypse

Sevran

Plusieurs ouvrages et bases chantiers associées sont susceptibles d'interférer avec le futur zonage réglementaire du PPR en cours d'élaboration concernant la dissolution du gypse, en effet :

- La gare de Sevran-Beaudottes et sa base chantier associée sont localisées en aléa moyens pour ce risque ;
- La gare de Sevran-Livry et sa base chantier associée sont localisées en aléa très fort pour ce risque ;
- Le puits de ventilation P51 est localisé en aléa très fort.

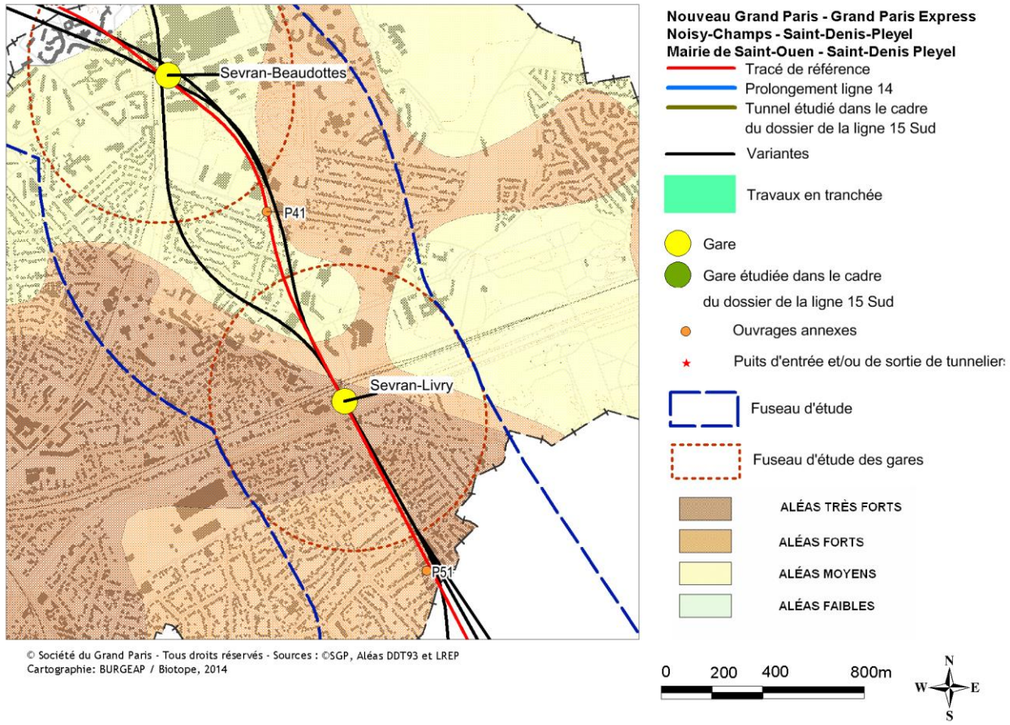


Figure 4.1-6 : Projet 2012 de Plan de Prévention des Risques de mouvement de terrain sur la commune de Sevran – Carte des aléas de dissolution du gypse

Livry-Gargan

L'ensemble du territoire de Livry-Gargan est concerné par un zonage d'étude en cours dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques de Mouvements de Terrain, lié à la présence d'anciennes carrières et à la dissolution du gypse.

L'ensemble des ouvrages implantés sur le territoire communal de Livry-Gargan sont donc concernés.

Chelles

Un Plan de Prévention des Risques de Mouvements de Terrain est prescrit sur la commune. Dans le cadre de son élaboration, le BRGM a été chargé de dresser un inventaire des carrières souterraines connues à ce jour. Une première approche cartographique a donc été réalisée, tant au niveau des cavités, de désordre en surface et de répartition des couches géologiques (présence de gypse), qu'au regard de l'importance de l'aléa qui pourrait en résulter.

A l'issue de la procédure d'élaboration du plan, il sera approuvé et imposé aux tiers.

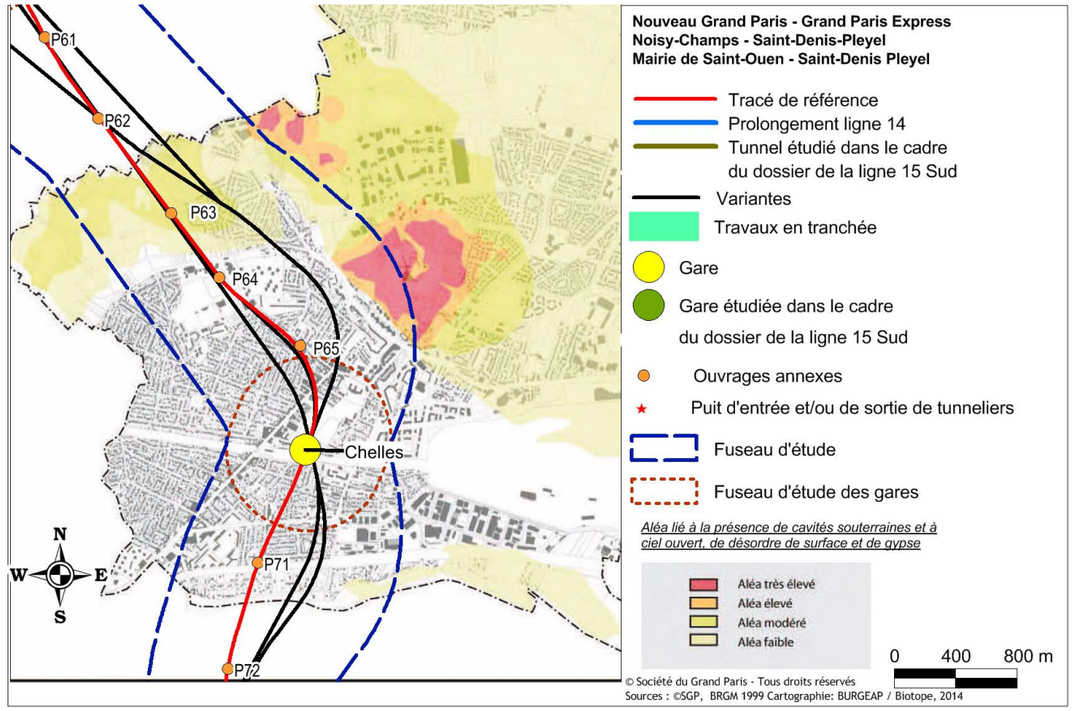


Figure 4.1-7 : Carte d'aléa sur la commune de Chelles (BRGM 1999 – Carte non réglementaire)

Comme le montre la carte d'aléa du BRGM, seul le puits de ventilation P63, sur la commune de Chelles, et sa base chantier sont soumis à des aléas modéré liés à divers risques géologiques.

Des prescriptions réglementaires relatives au futur PPRN seront à respecter.

PRN en cours d'élaboration pour les risques liés aux retraits et gonflements des argiles

Sur plusieurs communes du fuseau d'étude, un Plan de Prévention des Risques liés aux tassements différentiels (retrait et gonflement des argiles) est en cours d'élaboration sur la base des aléas de retrait et gonflement des argiles identifiés par le BRGM.

L'analyse suivante repose sur ces éléments. Il n'y a pas de prescriptions réglementaires au regard de ce risque à l'heure actuelle.

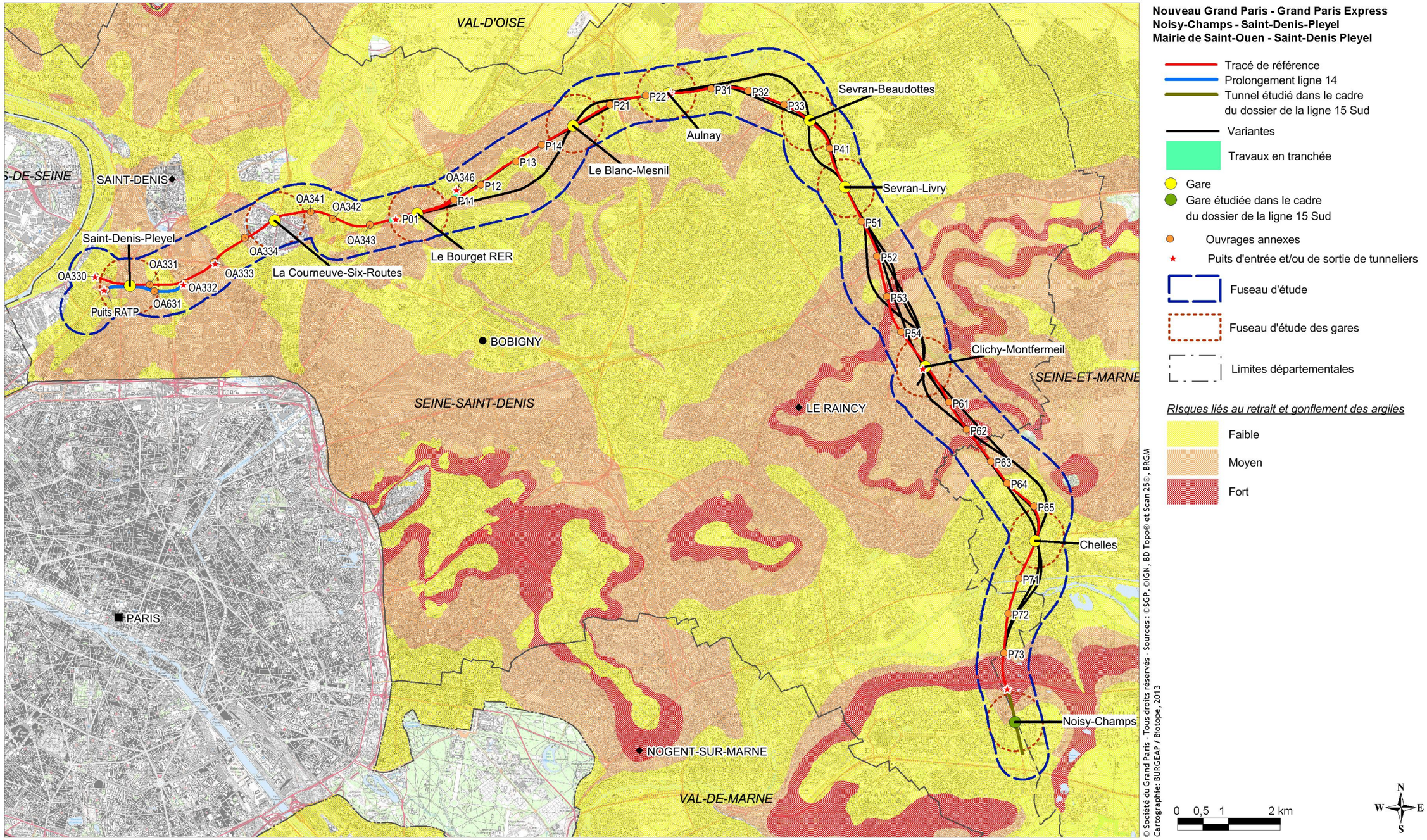


Figure 4.1-8 : Risque de retrait et gonflement des argiles et ouvrages dans la zone du projet

A partir des données du BRGM sur les niveaux d'aléas de retrait et gonflement des argiles, il ressort que plusieurs ouvrages superficiels et emprises chantiers associées du projet sont concernés c'est-à-dire inscrits au sein des zones d'aléas moyens ou forts :

Pour les gares et emprises chantier associées :

- Gares de Saint-Denis-Pleyel, du Bourget RER, du Blanc Mesnil, de Clichy-Montfermeil (en aléa moyen) ;
- Secteur de la Gare de Noisy-Champs (gare hors projet - en aléas faible, moyen et fort) ;
- L'aléa concernant la gare de La Courneuve Six-Routes n'est pas connu.

Pour les puits tunnelier :

- Puits d'attaque tunnelier à Noisy-Champs en aléa fort ;
- Puits d'attaque de Saint-Denis et d'Aubervilliers en aléa moyen ;
- Puits de sortie arrière de la gare de Saint-Ouen en aléa moyen.

Pour les puits de ventilation :

- Le puits P54 sur la commune de Livry-Gargan est en aléa fort ;
- De nombreux puits de ventilation sont en aléa moyen.

4.1.1.3 Impacts cumulés

Aucun effet cumulé n'a été identifié.

Les projets situés dans des zones proches sont également soumis aux mêmes règles.

Les impacts cumulés sont liés aux considérations hydrogéologiques et vibratoires décrites plus loin dans ce rapport. En effet, les déclencheurs d'effets indésirables sont des baisses de niveau d'eau et la propagation de vibrations.

4.1.1.4 Mesures d'accompagnement

La prise en compte des contraintes et les réductions des impacts géotechniques passent par la réalisation d'études géotechniques complémentaires, qui depuis celles réalisées au stade des études préliminaires ont déjà permis d'affiner les contraintes et de définir plus précisément les mesures constructives et de confortement ou de rétablissement des écoulements souterrains, le cas échéant. Ainsi les études complémentaires permettront de définir les mesures propres pour éviter ou réduire les impacts permanents et surtout ceux potentiels en phase travaux.

Ces études géotechniques seront poursuivies dans le cadre du processus normalisé par la norme NF P 94 500.

Mesures d'évitement

Présence d'anciennes carrières

Face aux problèmes d'aménagement posés par la présence de ces cavités, une politique de prévention est indispensable, à la fois dans les zones urbanisées et d'urbanisation future. L'Inspection Générale de Carrières est chargée de la gestion de ce risque et de la prévention associée.

La particularité du risque lié aux carrières souterraines est, qu'une fois localisées, il est possible de sécuriser les terrains sus-jacents moyennant des travaux de consolidation.

Lorsque la présence de vides souterrains est connue par l'IGC, toute opération d'aménagement doit être soumise à l'expertise de cet organisme. L'IGC fournit alors un ensemble de recommandations techniques indispensables à la sécurité des constructions.

Les techniques de prévention actives consistent à intervenir sur la cavité elle-même en la comblant avec un coulis de remplissage ou la consolidant par la mise en place de piliers en maçonnerie (si les cavités sont accessibles). Cependant, ce sont les mesures les plus onéreuses.

Par ailleurs, des mesures de prévention passives sont envisageables. L'objectif est d'intervenir sur l'ouvrage à consolider afin de le rendre invulnérable aux dégradations de la cavité. Il sera ainsi possible de renforcer la structure du tunnel en utilisant des matériaux résistants à ce type de déformations.

Il peut s'avérer techniquement difficile d'aménager avec un tel risque souterrain dans la mesure où les méthodes et les moyens à mettre en œuvre ne sont pas toujours adaptés aux circonstances (site trop urbanisé ne permettant pas le passage d'engins, impossibilité de réaliser des recherches renseignant sur la localisation des cavités…). Toutes ces contraintes entrainent un surcoût important des travaux qu'il est nécessaire de prendre en compte.

Le respect des prescriptions des documents réglementaires ou en cours d'élaboration de type Plan de Prévention des Risques Naturels permet d'éviter au moins une partie des impacts. Ces prescriptions sont souvent les suivantes :

- Constructions autorisées sous conditions d'études géotechniques en rapport avec le risque,
- Dimensionnement précis des fondations en connaissance du risque,
- Confortement de sol à envisager localement.
- Dans certains secteurs à risques élevés, les constructions peuvent être interdites. Ce n'est pas le cas dans les communes concernées.

Problématique du gypse

Toute circulation d'eau, quelle que soit son origine (naturelle, fuites dans les réseaux,…) peut contribuer à accentuer le phénomène de dissolution du gypse. Il convient donc de prendre les mesures appropriées afin de prévenir ce risque.

Dans les secteurs où le risque lié à la présence de gypse a été identifié, les maîtres d'ouvrages, constructeurs, … doivent être alertés afin de prendre des dispositions en conséquence.

Durant la phase travaux, il sera indispensable d'éviter ou limiter les rejets d'eau hors du réseau d'assainissement collectif. Il est donc important de veiller à la bonne étanchéité des réseaux et à la solidité des canalisations et raccords.

Lors de la construction du tunnel et des gares, le Maître d'ouvrage adoptera des dispositions constructives propres aux aménagements prévus afin de limiter l'impact de mouvements de sol.

Enfin, la réalisation de pompages d'eau à proximité des zones de travaux sera évitée car ils favorisent le renouvellement de l'eau au contact de la formation de gypse et donc sa dissolution.

Retrait-gonflement des argiles

Aucune mesure d'évitement n'est possible face au risque de retrait-gonflement des argiles.

Glissements de terrain

Face à ce risque, il sera nécessaire de supprimer ou stabiliser toute masse identifiée comme étant instable.

Mesures de réduction

Présence d'anciennes carrières

Dans le cadre du projet, des études géotechniques ont été effectuées dès le lancement du projet et un suivi sera effectué lors des phases chantier. Ces études géotechniques détaillées du sous-sol, prévues par le processus normalisé issu de la norme NF P 94 500, doivent être réalisées dans les zones où la présence de carrières est avérée et dans celles où il y a des lacunes d'information. Leurs objectifs sont de :

- Connaitre la localisation et l'état des carrières (à l'intérieur et à proximité de l'emprise du projet),
- Etudier leur impact sur le projet,
- Assurer la stabilité du tunnel ainsi que celle du bâti et des ouvrages environnants.

Ces études se basent avant tout sur les données de l'IGC disponibles. Par la suite, l'appréciation des conditions d'instabilité ne peut être définie qu'en présence des éléments suivants :

- Les conditions géologiques et hydrogéologiques,
- La géométrie des carrières,
- Les caractéristiques géotechniques du matériau exploité,
- L'état actuel de la carrière.

L'obtention de ces 3 derniers points implique la réalisation de campagnes de reconnaissance spécifiques essentiellement basées sur un nombre important de sondages.

Pendant la phase travaux, il sera nécessaire de limiter les rejets d'eau dans le sol. En cas de présence d'eau, la mise en place de drains sera envisagée.

Concernant les gares ancrées dans ou proche du toit du calcaire grossier (potentiellement exploité), telles que « Saint-Denis Pleyel », les parois moulées envisagées seront adaptées aux contraintes engendrées par la présence éventuelle de carrières. La mise en place de ces parois sera associée à la réalisation de travaux d'injection préalable dans les zones de carrières afin d'éviter tout risque déboulement de paroi entrainant les sols de surface.

Problématique du gypse

De manière générale, avant le démarrage de la phase travaux, des études de sols complémentaires seront réalisées afin de déterminer de manière précise la présence ou l'absence de gypse le long du tracé ainsi que son état d'altération. En fonction de la reconnaissance de sol réalisée par les géotechniciens, un programme de travaux de traitement des anomalies sera proposé.

Retrait-gonflement des argiles

Bien que ce risque concerne majoritairement la partie superficielle du sol, il est important d'aborder les mesures de réduction envisageables afin de les appliquer au niveau des aménagements localisés en surface (gares et ouvrages annexes).

Les mesures de réduction de ce risque comprennent dans un premier temps la surveillance régulière des mouvements déclarés et l'analyse de leur évolution.

Une place importante doit être accordée aux études préalables : contexte géologique et hydrogéologique local, études géotechniques, analyse des circulations d'eau, …

A l'issue de ces études, les dispositions pouvant prévenir ce risque dans le cadre du projet sont :

- la profondeur des fondations,
- la réalisation d'un chainage spécial pour les murs porteurs,
- l'interdiction de pompages et de rejets d'eaux pluviales au droit de la construction,
- le contrôle régulier d'étanchéité des canalisations d'eaux existantes,
- l'élagage/l'abattage de la végétation arborée.

Glissements de terrain

Les moyens de réduction envisageables face à ce risque sont :

- la mise en place d'ouvrages de soutènement : murs de soutènements, enrochements, filets pare-pierres, …
- pendant la phase travaux, l'installation d'un système de drainage chargé de collecter les eaux superficielles.

De même que pour la plupart des risques géologiques identifiés sur la zone d'étude, les mesures de réduction passent avant tout par une surveillance régulière des mouvements déclarés.

Risques de mouvements latéraux liés aux parois de soutènement dans les zones de travaux à ciel ouvert

L'exécution de parois de soutènement pour la réalisation des gares, des points d'attaque et de sortie du tunnelier et des puits d'aération sera menée de façon à limiter les déformations horizontales qui pourraient avoir un impact sur la décompression des sols dans les zones de fondations des ouvrages existants (réseaux ou bâtiment). Le dimensionnement des ouvrages, la technologie, les travaux et le phasage des opérations seront définis en fonction des conditions géotechniques rencontrées.

Lors des travaux de terrassement à proximité d'ouvrages et/ou de bâtiments, une reconnaissance de niveau d'assise des fondations et une surveillance fine et régulière des ouvrages pourront être mises en place si cela s'avère nécessaire. Le projet étant réalisé en milieu urbain, l'essentiel des terrassements sera effectué à l'abri de soutènements provisoires ou définitifs, correctement boutonnés (le buton positionné entre les deux parois maintient leurs poussées latérales) ou tirantés (ancrage capable de transmettre les forces de traction qui lui sont appliquées à une couche de terrain résistante) pour minimiser les déplacements.

De plus, la reprise des efforts horizontaux de poussée des sols pourra être étudiée en considérant des valeurs admissibles pour les ouvrages existants, afin de limiter au maximum les déplacements.

Effets résiduels

Aucun effet résiduel n'a été identifié.

Mesures de compensation aux effets résiduels

Aucune mesure compensatoire n'est à prévoir a ce stade de l'étude.

Mesures de suivi dans le temps

Un suivi régulier des travaux par une maîtrise d'œuvre spécialisée garantira la qualité et la cohérence des mesures proposées en phase chantier tout en préservant la ressource en eau et la qualité des milieux naturels.

Toute personne intervenant sur le site et constatant une pollution pouvant nuire à la qualité des eaux ou autres facteurs environnementaux devra intervenir auprès des responsables pour faire cesser cette situation.

Le maître d'œuvre et les responsables d'entreprises devront également sensibiliser le personnel du chantier sur les risques que peuvent occasionner les travaux associé au projet.

Lors de la phase travaux, les visites régulières de chantier permettront de vérifier la bonne application par les entreprises des mesures de réduction des nuisances.

4.1.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation ; prise en compte du risque géologique

4.1.2.1 Impacts

Les impacts potentiels permanents concernent, soit l'évolution de mouvement de sols, soit des effets sur l'hydrogéologie du site en cas de travaux modifiant les circulations hydrauliques souterraines. Ces impacts potentiels seront d'autant plus limités qu'ils auront été maitrisés lors de la construction de l'ouvrage.

Les impacts liés à des causes géologiques sont pour la plupart déclenchés à relativement court terme et leur prévention s'anticipe à la conception du projet. L'exploitation des ouvrages en elle-même n'augmente pas significativement le risque. Il existe cependant des impacts qui peuvent être déclenchés à relativement long terme, en particulier ceux liés à des dissolutions de matériaux gypseux notamment par la perturbation des écoulements souterrains.

4.1.2.2 Mesures d'accompagnement

Les mesures de suppression d'impact sont contenues dans la conception même du projet, conçu pour s'inscrire sans perturber la stabilité physique du sous-sol et éviter que des phénomènes de dissolution des matériaux en place ou de modification des conditions de stabilité au niveau des anciennes carrières et des zones décomprimées ne soient enclenchées.

Les principes de dimensionnement et de conception des ouvrages doivent prendre en compte les principes suivants :

- Pompage aussi réduit que possible en phase chantier,
- Pas de pompage d'eau souterraine en phase définitive,
- Pas de mise en communication d'aquifère,
- Une régulation de l'effet barrage si nécessaire.

Cependant des mesures de suivi s'avère nécessaires en phase définitive :

- Suivi des déformations du sols,
- Suivi piézométriques,
- Suivi de la qualité des eaux souterraines.

4.1.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

A ce stade de la connaissance du projet, il est difficile de donner un cout lié aux mesures de couverture du risque géologique dans la mesure où ce coût est nécessairement intégré au coût du projet. Les dispositions constructives sont contraintes par des règles de construction qui prennent en compte le risque géologique. La prise en compte du risque géologique est un impératif ; il ne constitue pas un surcoût particulier.

4.1.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

La localisation des différents impacts présents le long du projet sont synthétisés sur **la** Figure **4.1-9**.

Tableau 4.1-1 : Synthèse des impacts et des mesures – Géologie - géotechnique

Phase du projet	Impact	Eléments du projet concerné	Mesures d'évitement	Mesures de réduction
Chantier	Déstabilisation liée à la présence d'anciennes carrières souterraines	tunnel et ouvrages superficiels (gares, points d'attaque et de sortie du tunnelier, puits d'aération)	* Mesures de prévention actives et passives : intervention directe sur les carrières * dispositions constructives adaptées	* études géotechniques complémentaires * campagnes de reconnaissances * dispositions constructives adaptées
	Problématique de dissolution du gypse	tunnel et ouvrages superficiels (gares, points d'attaque et de sortie du tunnelier, puits d'aération)	* limiter les rejets d'eau hors du réseau d'assainissement * éviter tout pompage d'eau à proximité de la zone de travaux * dispositions constructives adaptées	* études géotechniques complémentaires * campagnes de reconnaissances
	Retrait-gonflement des argiles	tunnel et ouvrages superficiels (gares, points d'attaque et de sortie du tunnelier, puits d'aération)	sans objet	* surveillance régulière des mouvements déclarés et analyse de leur évolution * études géotechniques complémentaires
	glissements de terrains	tunnel et ouvrages superficiels (gares, points d'attaque et de sortie du tunnelier, puits d'aération)	supprimer / stabiliser la masse instable	* mise en place d'ouvrages de soutènement * mise en place de système de drainage des eaux superficielles * surveillance régulière des mouvements déclarés
	Risques de mouvements latéraux liés aux parois de soutènement dans les zones de travaux à ciel ouvert	ouvrages superficiels (gares, points d'attaque et de sortie du tunnelier, puits d'aération)	* dispositions constructives adaptées *préconisation particulière du fait du milieu urbain environnant	* dispositions constructives adaptées
Exploitation	mouvements du sol	tunnel et gares	impacts d'autant plus limités qu'ils seront maitrisés lors de la construction de l'ouvrage	

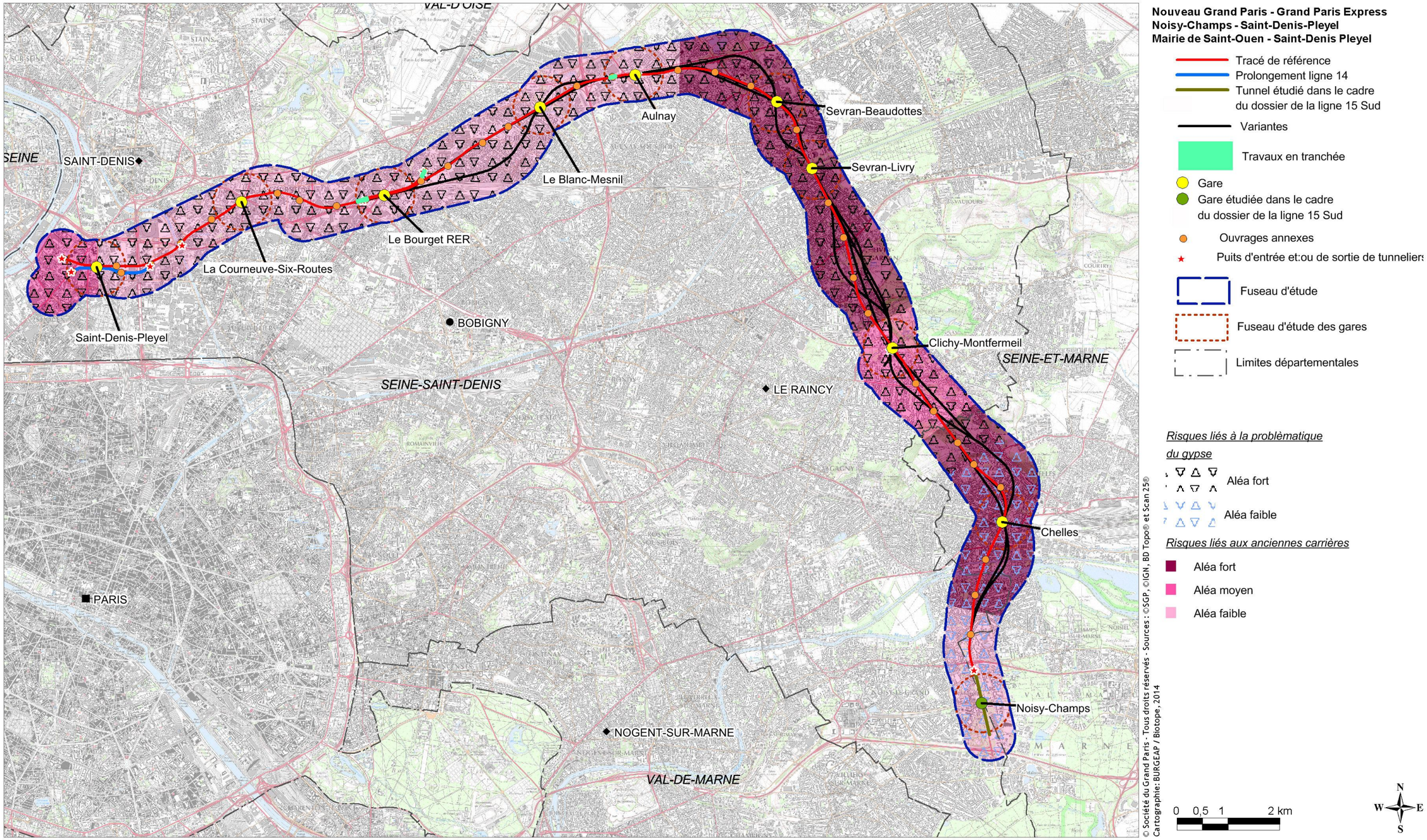


Figure 4.1-9 : Synthèse des risques géologiques

4.2 Hydrogéologie

4.2.1 Impacts et mesures en phase chantier

Les impacts sur les eaux souterraines ont été évalués majoritairement de manière qualitative sur la base des données existantes.

Toutefois, dans le cadre des études de conception, une modélisation hydrogéologique a été réalisée sur le secteur d'étude et couvrant une zone géographique comprenant une partie des gares du projet :

- entre Saint-Denis-Pleyel et Sevran-Livry : ce modèle a été construit en premier lieu pour analyser les conditions hydrogéologiques au droit du secteur de Gonesse. Il couvre la quasi-totalité de la Plaine de France comprise entre l'Aéroport de Roissy et la butte de l'Aulnoye. Il a été mis à jour suite aux résultats de la mission G11.

- entre Chelles et Noisy-Champs : ce modèle a été construit en premier lieu pour analyser les conditions hydrogéologiques au droit du Parc de la Haute Ile, en rive droite de la Marne à Neuilly-sur-Marne. Il couvre la quasi-totalité de la zone alluviale de la Marne dans le secteur de Chelles. La mission G11 n'a pas apporté de modification sensible à la connaissance hydrogéologique (des sondages avaient été réalisés sur le secteur par le BRGM dans les années 80).

Dans ce cadre, des simulations ont été faites pour les gares afin d'analyser les impacts de la construction des gares en tranchée couverte et ceux de l'infrastructure en exploitation.

A l'échelle du projet, l'évaluation des impacts potentiels a été réalisée en distinguant la section courante et des gares. Les impacts potentiels du projet en section courante sont représentés sur les **cartes des figures 4.2-14 à 21**. Les impacts potentiels au niveau des gares sont représentés sur les fiches synthétiques **Figures 4.2-5 à 13**. L'évaluation de ces impacts a été représentée de manière visuelle grâce à un code couleur qui permet de distinguer les zones sensibles des zones moins sensibles sur la base de 4 critères : le rabattement des nappes d'eau souterraines, l'effet barrage, la qualité des eaux souterraines et les usages des eaux souterraines.

Les impacts potentiels au niveau des puits d'aération inter-gares seront approchés sur la base de ceux évalués au niveau des gares proches.

4.2.1.1 Impacts Directs

Rabattement des nappes d'eau souterraines

La sensibilité des nappes au rabattement dépend de 4 paramètres :

- le contexte environnemental (zone protégé, qualité des eaux, …),

- la nappe concernée, la profondeur du projet,

- rabattement à atteindre,

- la surface des gares.

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 (zones d'attaque et d'émergence du tunnelier) seront réalisées en tranchées ouvertes ou en tranchées couvertes : il sera alors souvent nécessaire de pomper un débit résiduel en phase chantier pour la mise hors d'eau des fouilles.

Sur le linéaire du projet, la sensibilité en termes de rabattement de nappe a été définie en considérant le « critère aquifère » des nappes souterraines concernées (productivité plus ou moins forte des nappes), en le pondérant avec la hauteur de rabattement nécessaire pour certaines des nappes concernées.

Ainsi, dans le cas où un rabattement de nappe serait nécessaire, lorsque l'ouvrage souterrain intercepte les nappes du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau de l'Oligocène, l'impact a été considéré comme faible (débit résiduel potentiellement faible, zones colorées en vert).

Lorsque l'ouvrage souterrain intercepte la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp ou la nappe du Calcaire de Champigny de l'Eocène supérieur, l'impact a été considéré comme modéré (débit résiduel potentiellement modéré, zones colorées en orange). Pour une hauteur de rabattement n'excédant pas 3 mètres, lorsque l'ouvrage souterrain intercepte les nappes des Marnes et caillasses, du Calcaire grossier et des Sables de l'Yprésien de l'Eocène inférieur, l'impact a été considéré comme modéré (débit résiduel potentiellement modéré ; zones colorées en orange). Pour une hauteur de rabattement supérieure à 3 mètres, lorsque l'ouvrage souterrain intercepte les nappes des Marnes et caillasses, du Calcaire grossier et des Sables de l'Yprésien de l'Eocène inférieur, l'impact a été considéré comme important (débit résiduel potentiellement important ; zones colorées en rouge).

Dans l'extension du faciès argileux des sables de l'Yprésien, la productivité de la nappe aquifère étant réduite, l'impact en termes de débit résiduel potentiel a été considéré comme modéré (débit résiduel potentiellement modéré, zones colorées en orange).

Enfin, lorsque l'ouvrage souterrain intercepte la nappe fissurée et très productive de la Craie du Crétacé, l'impact a été considéré comme très important (débit résiduel potentiellement très important, zones colorées en rouge hachuré).

Pour toutes les gares, qui sont les zones les plus impactées par ce risque, un éventuel rabattement de nappe est susceptible d'entrainer :

- un rabattement de nappe dans les horizons superficiels. Ce point est particulièrement sensible pour les gares situées à proximité des parcs Georges Valbon et du Sausset dans lesquels il y a des plans d'eau constitués par un affleurement de nappe superficielle,

- Un rabattement de nappe dans les aquifères plus profonds (Lutétien et Yprésien) exploités pour divers usages,

- Un impact en ce qui concerne le rejet en particulier si l'eau prélevée est contaminée.

Le principe général qui sera appliqué, compte tenu de la profondeur des terrassements est la réalisation de parois moulées ancrées à une profondeur suffisante pour stabiliser la future fouille.

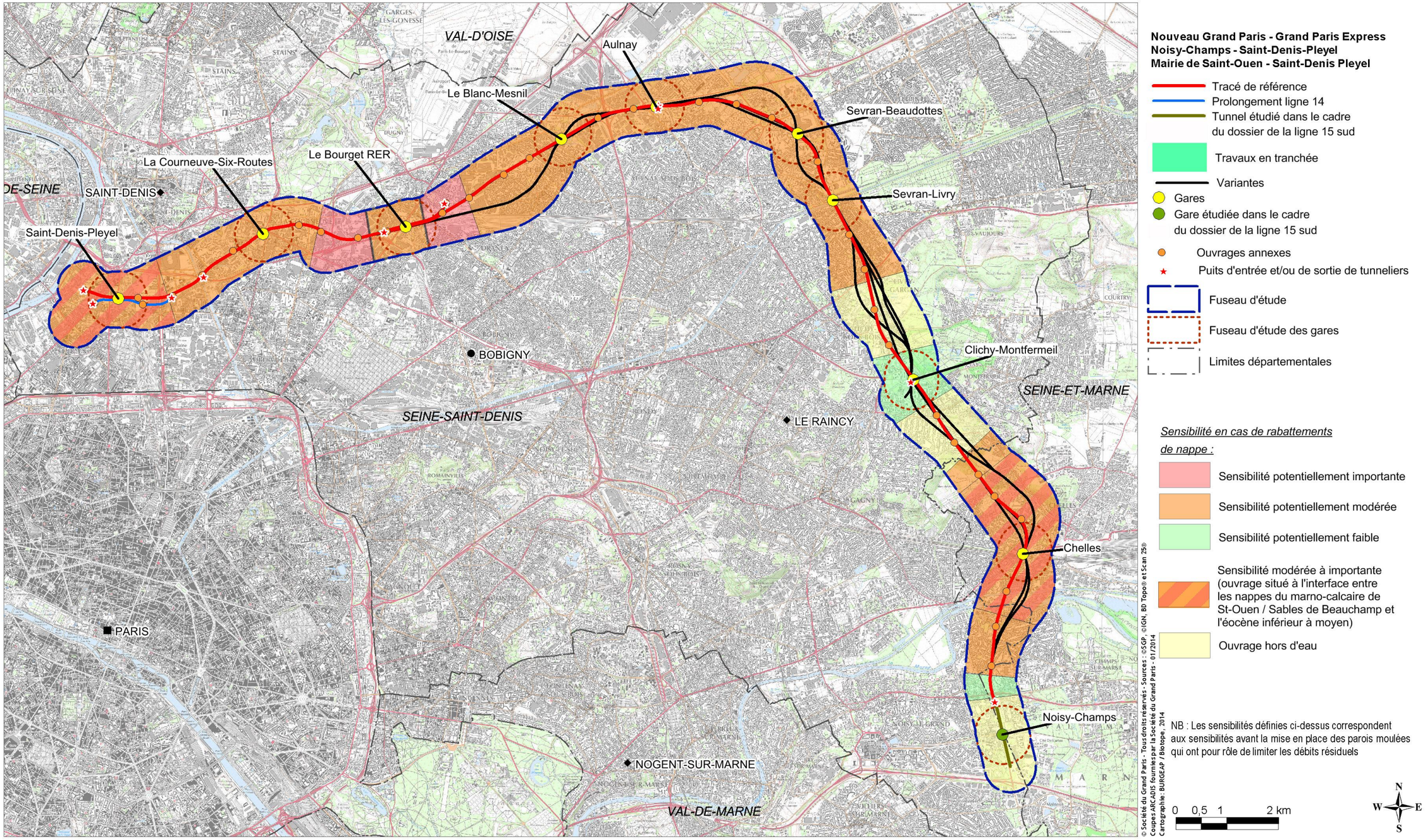


Figure 4.2-1 : Sensibilité en cas de rabattement de nappe

Suivant la profondeur de cette fiche, les débits résiduels à attendre seront plus ou moins importants, c'est pourquoi des adaptations constructives seront réalisées pour limiter le débit résiduel autant que possible techniquement. Ces adaptations seront décrites dans le paragraphes « mesures d'évitement ».

Ceci étant, quelle que soit la gare considérée, le débit résiduel pompé proviendra essentiellement des aquifères inférieurs (le calcaire grossier et les sables de l'Yprésien) par drainance ascendante. Le risque de voir une eau fortement contaminé est ainsi modéré dans la mesure où la pollution concerne principalement les aquifères superficiels.

En ce qui concerne le rejet, la technique qui sera privilégiée est la réinjection des eaux dans l'aquifère participant majoritairement au débit d'exhaure à l'extérieur de l'enceinte de la paroi moulée. Elle nécessitera toutefois d'être validée techniquement pour chaque zone concernée.

Sur la base du profil en long de l'ouvrage souterrain et du travail de synthèse des données piézométriques disponibles en Ile-de-France, les débits résiduels potentiels en phase chantier ont été caractérisés le long du projet et représentés sur la **carte de la Figure 4.2-1.**

Section courante

La règle constructive de la section courante du projet est le tunnelier. Toutefois certaines sous-sections seront réalisés en tranchée couverte pouvant nécessiter des rabattements de nappe en phase chantier.

Gares, points d'attaque et de sortie du tunnelier et puits d'aération

La synthèse des impacts potentiels au niveau des gares est présentée sur les **fiches synthétiques hydrogéologiques (Figures 4.2-5 à 13)**. Les informations figurant sur ces fiches prennent en compte les résultats de la modélisation, pour les gares modélisées.

Les gares, les zones d'attaque et de sortie du tunnelier ainsi que les puits d'aération seront réalisés en tranchée ouverte ou couverte. En phase chantier, le pompage de débits résiduels sera potentiellement nécessaire pour la mise hors d'eau des fouilles.

Les zones les plus sensibles sont les gares et particulièrement celles localisé à proximité des zones protégées : « Le Blanc-Mesnil », « Aulnay », « Sevran-Beaudottes », « Sevran-Livry » et « Chelles ».

La gare de « Clichy-Montfermeil » est peu sensible dans la mesure où, à ce niveau, le projet est ancré dans les Marnes supragypseuses qui sont peu perméables.

Dans le détail, l'extrémité ouest du projet (à proximité de la gare « Saint-Denis Pleyel »), le tunnel est situé à la base des Sables de Beauchamp et dans le toit des Marnes et Caillasses, plutôt marneux. Ces formations constituant l'horizon peu perméable permettant d'isoler la nappe de l'Eocène supérieur de celle de l'Eocène inférieur à moyen, il est possible que ces deux nappes soient interceptées.

Ensuite, jusqu'à la butte de l'Aulnoye, le tunnel est essentiellement situé dans la formation des Sables de Beauchamp et intercepte donc la nappe du marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp. Sur cette section importante, le tunnel atteint ponctuellement les marnes et caillasses, de part et d'autre de la gare « Le Bourget RER ». sur ces deux zones, la base du tunnel étant ancré sous le toit peu perméables des marnes et caillasses, la nappe interceptée est alors la nappe du Lutétien.

Une large part de cette zone, de la gare « Le Blanc-Mesnil » jusqu'à la limite entre les communes de Livry-Gargan et de Clichy-sous-Bois, est située dans l'emprise de la zone délimitée par arrêté préfectoral du 25/02/1991 et du 18/04/1995, concernant les terrains exposés à un risque naturel lié à la dissolution du gypse antéludien. Cette portion du projet constitue donc une zone de contrainte importante dans le cas où des rabattements de nappe seraient nécessaires.

Pour la majorité des gares de cette zone, étant donné la localisation de la base du radier dans les Sables de Beauchamp, et de la mise en place de parois moulées étanches, les eaux pompées proviendront de l'aquifère du Lutétien et de l'Yprésien.

Par conséquent, les hauteurs de rabattement ont été déterminées pour la nappe du Lutétien. Pour la majorité des gares du projet, elles sont relativement importantes ; les valeurs au droit de chaque gare sont indiquées sur les **fiches synthétiques hydrogéologiques (Figures 4.2-5 à 13)**. Les débits résiduels lors de la réalisation des gares, points d'attaque et de sortie et des puits d'aération associés seront potentiellement modérés.

Cependant, en fonction de la position des horizons peu perméables séparant la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et celle du Lutétien, il pourra être nécessaire de décharger directement l'aquifère du Lutétien pour des raisons mécaniques (sous-pressions trop importantes sous le radier). Si tel est le cas, les débits résiduels pourraient être significatifs malgré la présence de la paroi moulée. Dans ces conditions, il est prévu l'éventualité de la mise en place de boujons injectés en pied de paroi moulée de manière à limiter autant que possible le débit extrait de la nappe du Lutétien et ainsi l'impact sur la nappe superficielle.

Sur la butte de l'Aulnoye, entre Clichy-sous-Bois et Chelles, le tunnel interceptera la nappe des marnes supragypseuses à proximité de la gare « Clichy-Montfermeil ». Compte tenu de la faible épaisseur de l'aquifère dans ce secteur et du caractère peu perméable de ces formations, les débits résiduels lors de la réalisation des gares, points d'attaque et de sortie du tunnelier et puits d'aération seront potentiellement faibles. Par ailleurs, la nappe de l'Oligocène représentée par le Calcaire de Brie, bien que non mis en évidence sur cette butte, sera potentiellement concernée par la gare de « Clichy Montfermeil », les puits d'attaque et de sortie du tunnelier et les puits d'aération sur l'emprise des communes de Clichy et de Montfermeil. De par sa position, la gare se situe dans une zone où la nappe du Calcaire de Brie se vidange rapidement à cause de la topographie et du contexte géologique et ne devrait qu'être très peu concernée par cette nappe. La perméabilité de la nappe du Calcaire de Brie au sens strict est a priori de l'ordre de $K \approx 10^{-4}$ m/s sur le secteur d'étude. Les débits résiduels lors de la réalisation de ces gares et des puits d'aération associés seront potentiellement faibles compte tenu de la faible épaisseur de l'aquifère dans ce secteur.

A partir de la commune de Chelles et jusque sur la commune de Gournay-sur-Marne, l'ouvrage souterrain plonge sous la vallée de la Marne. D'après la coupe géologique, le tunnel intercepte brièvement la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp puis s'insère dans les Marnes et Caillasses, à l'interface de la nappe des Marnes et Caillasses et du Calcaire grossier. Au droit de la gare de « Chelles », la nappe concernée par le rabattement est donc la nappe du Lutétien et de l'Yprésien. Par conséquent, le rabattement et les débits résiduels à gérer seront potentiellement modérés, voire importants.

Au Sud, peu avant la gare de « Noisy-Champs », l'ouvrage souterrain remonte et traverse la nappe du marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp puis celle du calcaire de Champigny (variation latérale de faciès des Marnes et Masses du Gypse). Cependant, il est important de noter que réglementairement, le fuseau au sein duquel s'inscrit le projet se situe en dehors de la zone de répartition des eaux du calcaire de Champigny.

L'extrémité sud du projet n'est concernée par aucune nappe, y compris la gare « Noisy-Champs » pour laquelle la problématique rabattement n'est pas développée.

Il est important de noter que ces pompages pourront avoir une influence sur les plans d'eau des différents parcs NATURA 2000 situés à proximité et dans le fuseau.

« Effet Barrage »

Compte tenu de son diamètre de l'ordre de 9,50 mètres environ, 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 défini en considérant, d'une part, le 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), 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). Le code couleur vert/orange/rouge a été utilisé pour distinguer les zones présentant une sensibilité à l'effet barrage faible/modérée/forte.

À l'échelle du projet, l'impact en termes d'effet barrage a été évalué en distinguant la section courante réalisée au tunnelier et les sections réalisées en tranchée ouverte ou couverte (gares, points d'attaque et de sortie du tunnelier et puits d'aération) ; les méthodes constructives tranchée ouverte et tranchée couverte sont en effet susceptibles d'induire localement un effet barrage plus important (pourcentage d'occultation des nappes d'eau souterraines plus important créé par les parois moulées).

D'une manière générale, concernant les gares, points d'attaque et de sortie et puits d'aération, l'effet barrage étant très dépendant du sens d'écoulement local des nappes d'eau souterraines concernées, des études spécifiques locales ont été nécessaires pour évaluer avec certitude l'effet barrage induit.

Sur la base du profil en long de l'ouvrage souterrain et du travail de synthèse des données piézométriques disponibles en Ile-de-France, la sensibilité à l'effet barrage a été caractérisée le long du projet et est représentée sur la **carte de la figure 4.2-2**.

Section courante

La règle constructive de la section courante du projet est le tunnelier (diamètre du tunnel : 10 m), mais également la tranchée couverte sur certaine sous-section.

La section orientée Est-Ouest du fuseau est dans l'axe d'écoulement de la nappe de l'Eocène supérieur (Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp), l'ouvrage souterrain est susceptible de perturber légèrement les écoulements en induisant un effet barrage faible.

Lors du changement d'orientation du fuseau selon une direction Nord-Sud, jusqu'au plateau de la forêt de Bondy, l'ouvrage souterrain est perpendiculaire au sens d'écoulement de la nappe de l'Eocène supérieur induisant un effet barrage modéré.

Au droit de la gare « Clichy-Montfermeil », l'ouvrage intercepte la nappe contenue dans les Marnes supragypseuses. Cette nappe étant peu épaisse, elle est occultée quasiment en totalité par le tunnel.

Après sa redescente de la butte de l'Aulnoye, le tunnel s'insère dans le toit des marnes et caillasses. De ce fait, bien que l'écoulement des deux nappes soit perpendiculaire au tunnel, l'effet barrage induit est relativement moyenne pour la nappe de l'Eocène supérieur et celle de l'Eocène inférieur.

Lors de l'ascension jusqu'à la gare de Noisy-Champs, l'ouvrage souterrain occulte temporairement la nappe de L'Eocène supérieur et la nappe du Calcaire de Champigny. Bien que le sens d'écoulement soit globalement parallèle à l'ouvrage souterrain, celui-ci est susceptible localement d'être en diagonal par rapport à l'ouvrage et d'induire un effet barrage fort localement à cause de l'importance de la tranchée couverte.

Sur les sous-sections hors d'eau à proximité des gares de Clichy-Montfermeil et Noisy-Champs, l'impact en termes d'effet barrage est, de fait, inexistant.

Gares, point d'attaque et de sortie du tunnelier et puits d'aération

La synthèse des impacts potentiels au niveau des gares est présentée sur les **fiches synthétiques hydrogéologiques (Figures 4.2-5 à 13).**

Les gares et puits d'aération étant réalisés en tranchées ouvertes ou couvertes, le pourcentage d'occultation des nappes d'eau souterraines au droit de ces ouvrages ponctuels est localement plus important qu'en section courante. En effet, les parois moulées qui constitueront la règle constructive pour limiter les débits résiduels seront susceptibles de constituer des écrans occultant complétement certains aquifères. Toutefois, les puits d'aération étant de section plus faible que celle des gares, ils induiront des effets barrage potentiels plus faibles que celles-ci.

Au droit des gares de la section allant de « Saint-Denis Pleyel » à « Aulnay » incluses, l'écoulement de la nappe de l'Eocène supérieur est dans l'axe de l'ouvrage. Toutefois, le sens d'écoulement local des nappes d'eau souterraines est susceptible d'être différent du sens d'écoulement général (diagonal à l'ouvrage).

De plus, le pourcentage d'occultation des nappes d'eaux souterraines est élevé lors de la réalisation de tranchées, l'effet barrage est très sensible au sens d'écoulement local. Il faut considérer que l'effet barrage est susceptible d'être moyen à fort sur les nappes concernées. Il en va de même pour les points d'attaque et de sortie du tunnelier ainsi que pour les puits d'aération prévus entre ces gares.

Pour les gares de Sevran-Beaudottes et Sevran-Livry, les ouvrages sont perpendiculaires au sens d'écoulement régional de la nappe de l'Eocène. Comme précédemment, le pourcentage d'occultation de la nappe de l'Eocène supérieur est élevé lors de la réalisation de tranchées, ce qui induit des effets barrages potentiellement forts.

La problématique d'effet barrage de la gare de Clichy-Montfermeil est liée à la présence de la nappe des marnes supragypseuses ; la tranchée couverte de la gare occultera la totalité de la nappe pouvant créer un effet barrage important.

La gare de Chelles et les puits d'aération dans la vallée de la Marne sont perpendiculaires au sens d'écoulement de la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp et occultent la totalité de celle-ci. De ce fait, l'effet barrage potentiel est important pour ces différents ouvrages.

Lors de la réalisation de la gare de Noisy-Champs, aucune nappe n'est concernée et l'impact en termes d'effet barrage est, de fait, inexistant.

L'effet barrage a été étudié plus précisément dans le cadre de la modélisation hydrogéologique du secteur Saint-Denis / Gonesse / Sevran-Livry.

D'une manière générale, la thématique de l'effet barrage devra être prise en compte dans les études hydrogéologiques de conception des gares, des point d'attaque et de sortie du tunnelier et des puits d'aération.

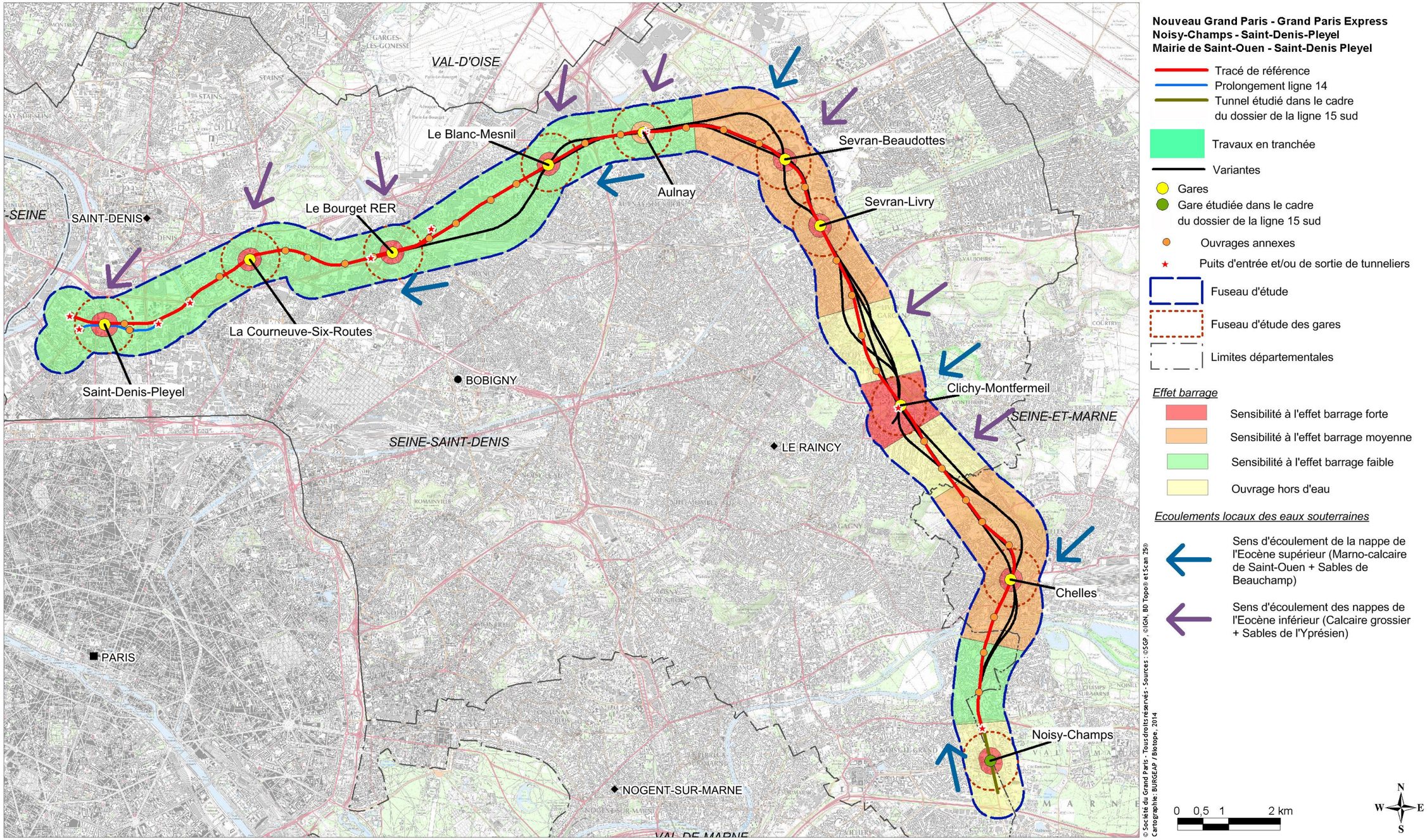


Figure 4.2-2 : Sensibilité à l'effet barrage au droit du projet

4.2.1.2 Indirects

Qualité des eaux souterraines

En cas de pompage pour rabattre les nappes d'eau souterraines concernées par le projet, 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 ou en réseau, difficultés à trouver un exutoire pour le rejet, coût élevé du rejet dans les réseaux d'assainissement). D'autre part, le pompage dans les nappes d'eau 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 (zones colorées en rouge foncé). 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 possibles des eaux souterraines, majoritairement les nappes d'eau proches de la surface qui constituent le milieu récepteur de certains polluants contenus dans les sols.

Dans les zones à proximité de sites BASOL, la pollution des eaux souterraines a été qualifiée de « probable » dans la mesure où les sites BASOL présentent une pollution avérée des eaux souterraines et sont en cours de dépollution (zones colorées en rouge pâle). Dans les zones de concentration en sites BASIAS, la pollution des eaux souterraines a été qualifiée de « potentielle » dans la mesure où les sites BASIAS sont des anciens sites industriels dont les sols, et par extension, les eaux, peuvent présenter une pollution résiduelle (zones colorées en orange). Dans les zones sans données publiques disponibles, le risque de pollution des eaux souterraines a été qualifié de « faible » (zones colorées en vert).

Les zones de pollution avérée, probable, potentielle et peu probable ont été représentées sur la **carte de la figure 4.2-3.**

Section courante

La règle constructive de la section courante du projet est le tunnelier, mais également la tranchée couverte sur certaine sous-section. En l'absence de rabattement de nappe, la pollution des eaux souterraines n'aura pas d'impact significatif lors de la réalisation de la section courante.

Gares, point d'attaque et de sortie du tunnelier et puits d'aération

La synthèse des impacts potentiels au niveau des gares est présentée sur les **fiches synthétiques hydrogéologiques (Figures 4.2-5 à 13)**.

La réalisation en tranchée ouverte ou couverte des gares et des puits d'aération nécessitant la mise en œuvre de pompages pour la mise hors d'eau des fouilles, les impacts potentiels liés à la qualité des eaux souterraine ont été étudiés.

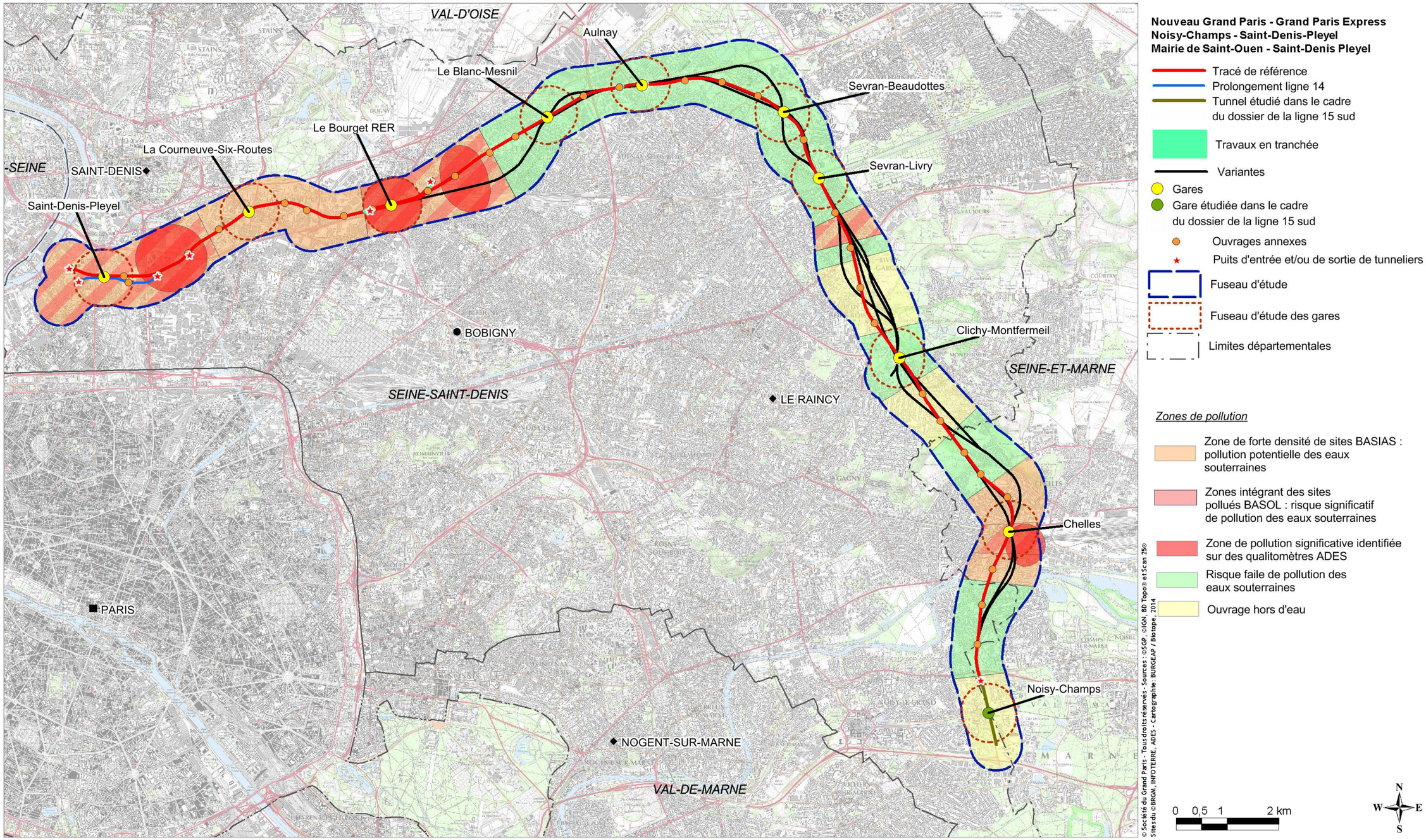
Sur le linéaire du projet, plusieurs zones de pollution « potentielle » (zones de concentration de sites BASIAS) ont été mises en évidences : la partie ouest du projet allant de la gare « Saint-Denis Pleyel » jusqu'à environ 2 km à l'est de la gare « Le Bourget RER » et une zone d'un linéaire d'environ 2 km autour de la gare de « Chelles ».

Sur ces sections de pollutions potentielles, plusieurs zones de pollution avérées ou « probables » (zones intégrant des sites BASOL) des eaux souterraines se superposent : l'extrémité ouest du projet jusqu'au canal Saint-Denis, à proximité de la gare « Le Bourget RER » sur un linéaire d'environ 3 km et la gare de « Chelles ».

Les qualitomètres ADES permettent également de délimiter des zones de pollutions significatives et compléter le zonage précédent. Ces zones sont localisées dans les sections où les risques de pollution potentielle et probable se superposent.

Pour les gares, les points d'attaque et de sortie du tunnelier et les puits d'aération situés dans des zones de pollution avérée, « probable » ou « potentielle », l'impact de la qualité des eaux souterraines sur le projet est susceptible d'être important en cas de pompage en nappe : réglementation très stricte sur la nécessité de traiter les eaux pompées avant rejet dans le milieu naturel ou dans les réseaux d'assainissement, difficulté d'identification des exutoires pour le rejet des eaux, contraintes liées aux débits maximaux que peuvent accepter les réseaux d'assainissement.

En dehors des zones de pollution avérée, probable ou potentielle, l'absence de données publiques disponibles témoigne généralement d'un historique d'occupation des sols de nature peu polluante : le risque de pollution a été qualifié de « faible » ; Toutefois, il ne faut pas exclure la possibilité d'une pollution locale des eaux souterraines liée à une activité industrielle localisée, par exemple.



© Société du Grand Paris - Tousdroitsréservés - Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25® Sites du ©BRGM, INFOTERRE, ADES - Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

Figure 4.2-3 : Zones de pollution des eaux souterraines potentielles, probables ou avérées

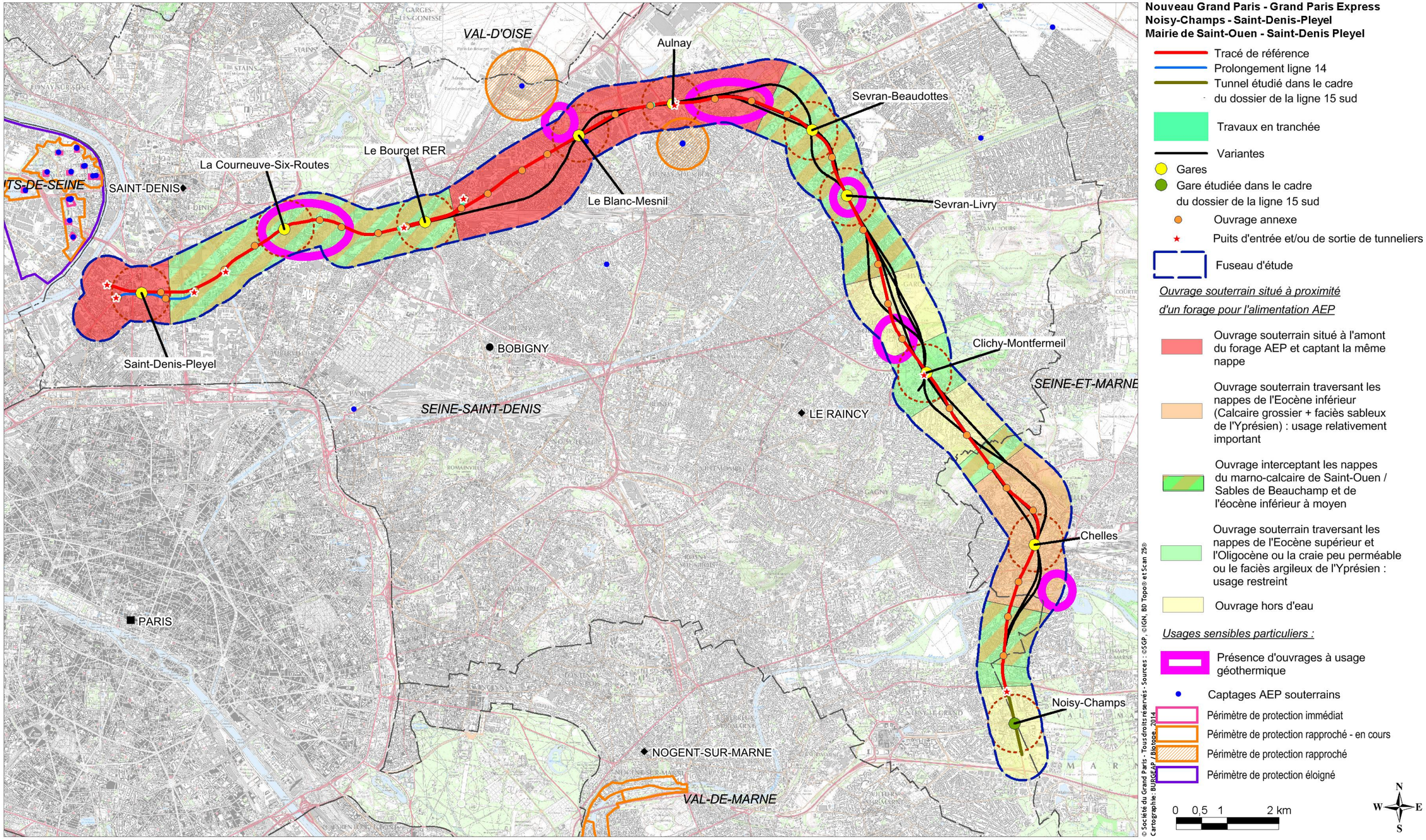
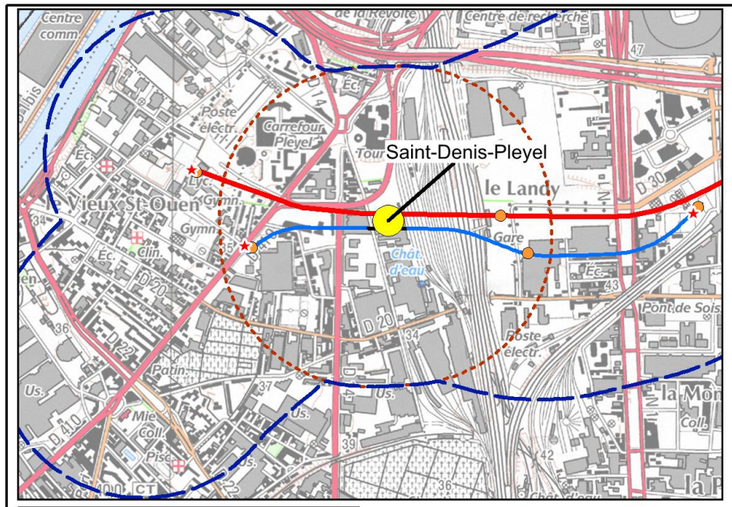
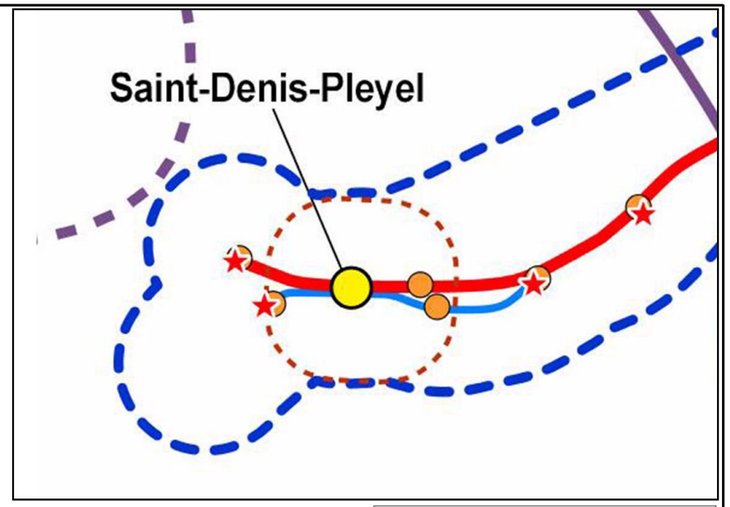


Figure 4.2-4 : Zones sensibles en termes d'usages d'eaux souterraines



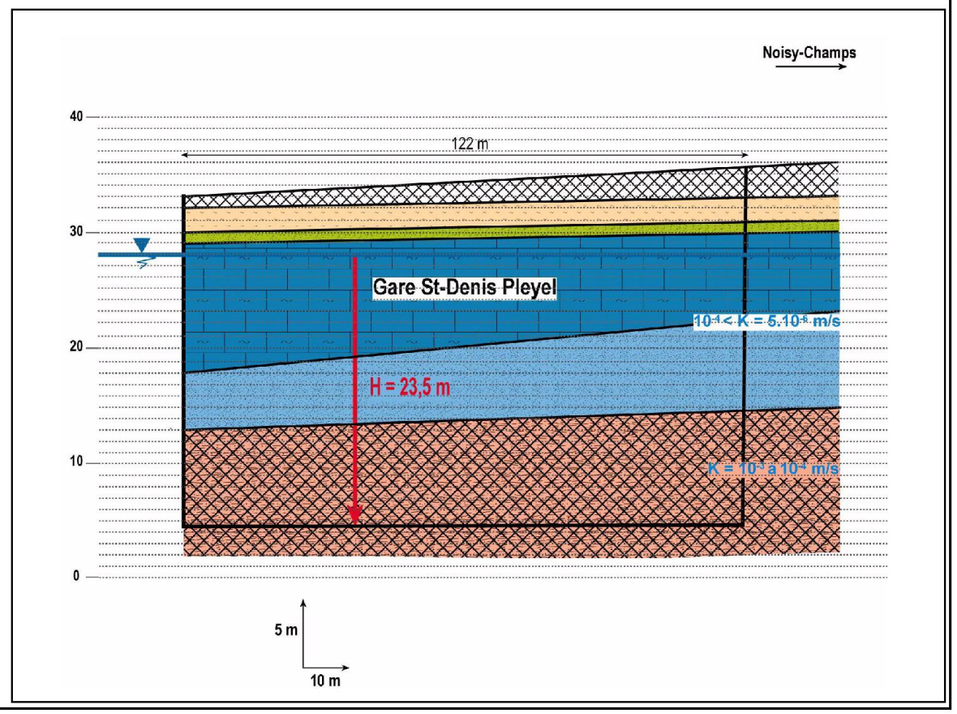
Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express
Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel
Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

- Tracé de référence
- Prolongement ligne 14
- Tunnel étudié dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Travaux en tranchée
- Variantes
- Gares
- Gare étudiée dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Ouvrages annexes
- Puits d'entrée et/ou de sortie de tunneliers
- Fuseau d'étude
- Fuseau d'étude des gares



- Extension du faciès des sables de Fontainebleau
- Extension du faciès du calcaire de Brie
- Extension du faciès du Ludien (Calcaire de Champigny)
- Extension du faciès de l'Auversien et du Marinésien (Marno-calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)
- Extension des faciès sableux de l'Yprésien
- Extension de la craie aquifère
- Craie fissurée très productive
- Craie peu fissurée
- Montien - Calcaires et Marnes de Meudon
- Piézométrie du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau (Oligocène)
- Piézométrie de la nappe du Calcaire de Champigny (Eocène supérieur)
- Piézométrie du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (Eocène supérieur)
- Piézométrie de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien)
- Piézométrie de la Craie

Cote approximative du terrain naturel	+ 34,5 m GF	
Cote approximative du radier	+ 4,5 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-2 m : Remblais	Perméable
	2-4 m : Marnes à pholadomies+ 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses	Peu perméable
	4-5 m : Sables verts	Assez peu perméable (pouvant être en continuité hydrauliques avec les Marno-calcaires de Saint Ouen)
	5-15 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen	Aquifère ($K = 5.10^{-6}$ m/s à 10^{-4} m/s)
	15-21 m : Sables de Beauchamp	Aquifère (perméabilité variable)
	21 m et au-delà : Marnes et caillasses	Semi-perméable et aquifère ($10^{-5} < K < 10^{-4}$ m/s)
Cote approximative de la nappe	+ 28 m NGF : nappe générale **NB :** dans ce secteur, la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp s'équilibre avec celle du Calcaire grossier sous-jacent.	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement très important : environ 24 mètres Le radier étant ancré dans les Marnes et Caillasses, le pompage en phase chantier décharge directement l'aquifère du Lutétien (Marnes et Caillasses et Calcaire Grossier) --> débit résiduel potentiellement fort. • Tranchée couverte sans bouchon injecté si le « bouchon naturel » est suffisant (horizons peu perméables des Marnes et caillasses) ; • Parois moulées avec bouchon injecté en pied de paroi de manière à limiter les débits résiduels extraits de la nappe du Lutétien et ainsi limiter l'impact sur la nappe superficielle ; • En fonction de la localisation de l'horizon peu perméables des marnes et caillasses, il pourra être nécessaire d'approfondir les parois moulées jusqu'aux argiles de Laon, horizon très peu perméable.	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage importante	
Usage de l'eau	Nappe fortement exploitée – proximité du champ captant de Villeneuve-la-Garenne	
Pollution	Pollution potentielle forte 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, modélisation)	

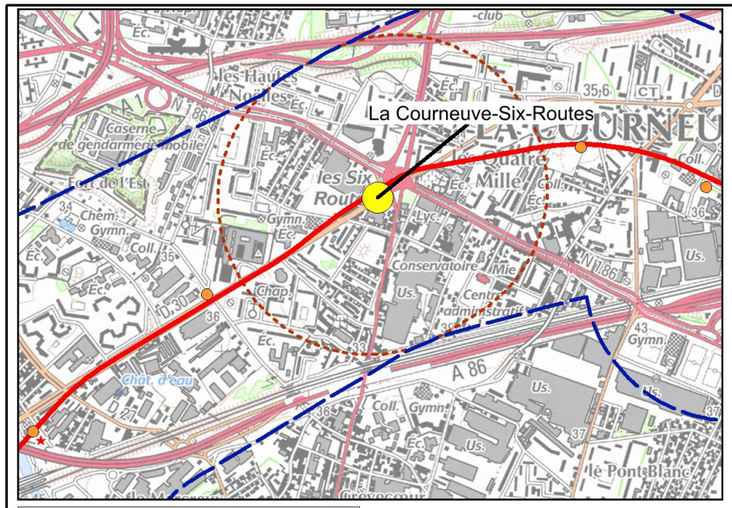


- : Remblais
- : Marnes à Pholadomyes - 4e Masse - Sables de Monceau
- : Sables verts
- : Calcaire de Saint-Ouen
- : Sables de Mortefontaine - Calcaire de Ducy - Sables de Beauchamp
- : Marnes et caillasses - Zone IV du Lutétien

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés -
Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®,
Coupes ARCADIS - Novembre 2013
Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

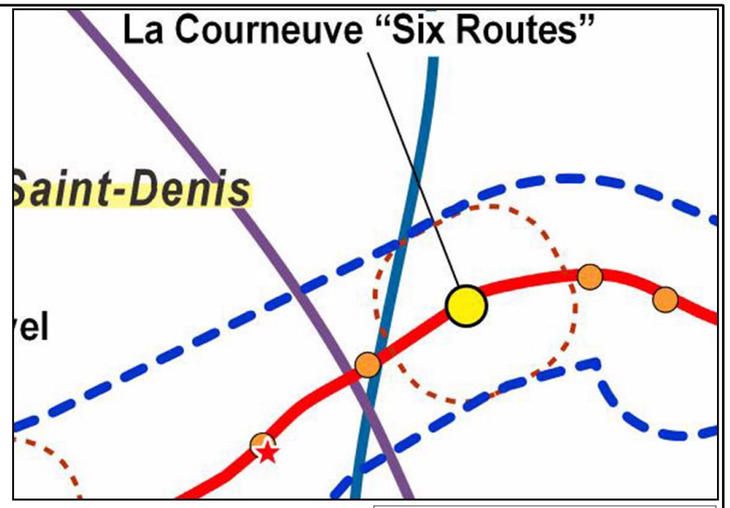
N W E S

Figure 4.2-5 : Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de Saint Denis Pleyel



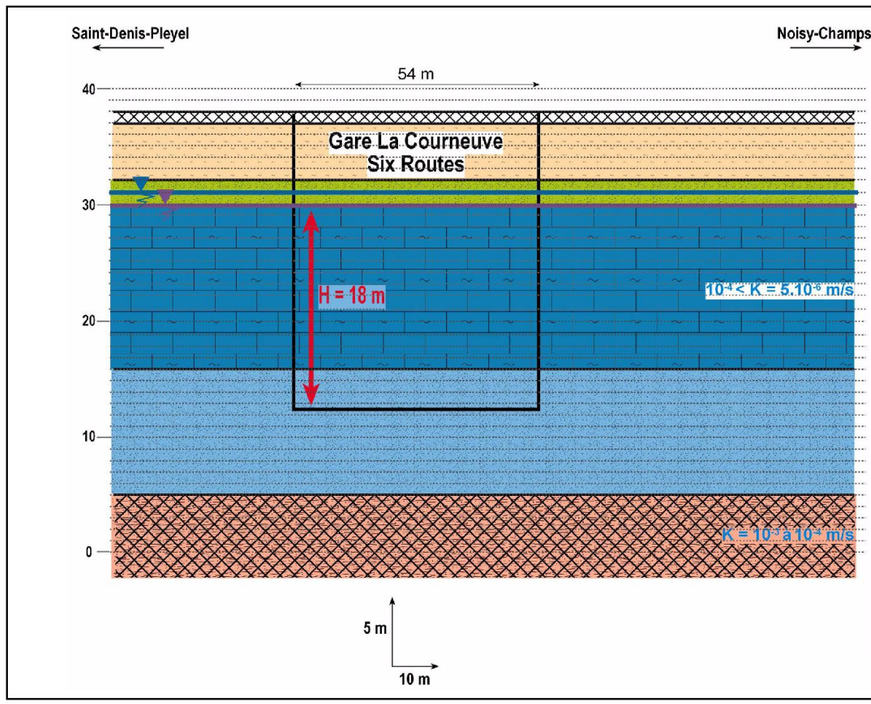
Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express
Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel
Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

- Tracé de référence
- Prolongement ligne 14
- Tunnel étudié dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Travaux en tranchée
- Variantes
- Gares
- Gare étudiée dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Ouvrages annexes
- Puits d'entrée et/ou de sortie de tunneliers
- Fuseau d'étude
- Fuseau d'étude des gares



- Extension du faciès des sables de Fontainebleau
- Extension du faciès du calcaire de Brie
- Extension du faciès du Ludien (Calcaire de Champigny)
- Extension du faciès de l'Auversien et du Marinésien (Marno-calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)
- Extension des faciès sableux de l'Yprésien
- Extension de la craie aquifère
- Craie fissurée très productive
- Craie peu fissurée
- Montien - Calcaires et Marnes de Meudon
- Piézométrie du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau (Oligocène)
- Piézométrie de la nappe du Calcaire de Champigny (Eocène supérieur)
- Piézométrie du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (Eocène supérieur)
- Piézométrie de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien)
- Piézométrie de la Craie

Cote approximative du terrain naturel	+ 38 m GF	
Cote approximative du radier	+ 12,5 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-1 m : Remblais	Perméable
	1-6 m : Marnes à pholadomies+ 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses	Peu perméable
	6-8 m : Sables verts	Assez peu perméable (pouvant être en continuité hydrauliques avec les Marno-calcaires de Saint Ouen)
	8-22 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen	Aquifère (K = 5.10^{-6} m/s à 10^{-4} m/s)
	22-33 m : Sables de Beauchamp	Aquifère (perméabilité variable)
	33 m et au-delà : Marnes et caillasses	Semi-perméable et aquifère (10^{-3} <K < 10^{-4} m/s)
Cote approximative de la nappe	+ 31 m NGF : nappe des Marno-calcaires de Saint Ouen et des sables de Beauchamp + 30 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien) Ce second aquifère, réputé captif, sous un écran peu perméable situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, est concerné par le rabattement de nappe en phase chantier dès lors que les parois moulées pénètrent dans les Marnes et Caillasses.	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important : environ 18 mètres En fonction de la position de l'horizon peu perméable, il pourra être nécessaire de décharger directement l'aquifère du Lutétien (Marnes et Caillasses et Calcaire Grossier) : les débits résiduels seront alors majorés. --> débit résiduel potentiellement fort. • Tranchée couverte sans bouchon injecté si le « bouchon naturel » est suffisant (horizons peu perméables des Marnes et caillasses) • Parois moulées avec bouchon injecté en pied de paroi de manière à limiter les débits résiduels extraits de la nappe du Lutétien et ainsi limiter l'impact sur la nappe superficielle.	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage importante	
Usage de l'eau	Nappe peu exploitée	
Pollution	Pollution potentielle modérée 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, modélisation)	

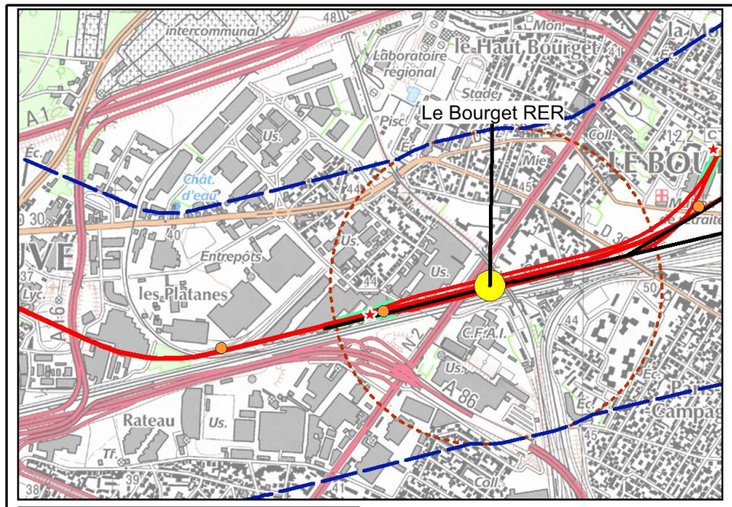


- : Remblais
- : Marnes à Pholadomyes - 4e Masse - Sables de Monceau
- : Sables verts
- : Calcaire de Saint-Ouen
- : Sables de Mortefontaine - Calcaire de Ducy - Sables de Beauchamp
- : Marnes et caillasses - Zone IV du Lutétien
- : Calcaire grossier

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés -
Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®,
Coupes ARCADIS - Novembre 2013
Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

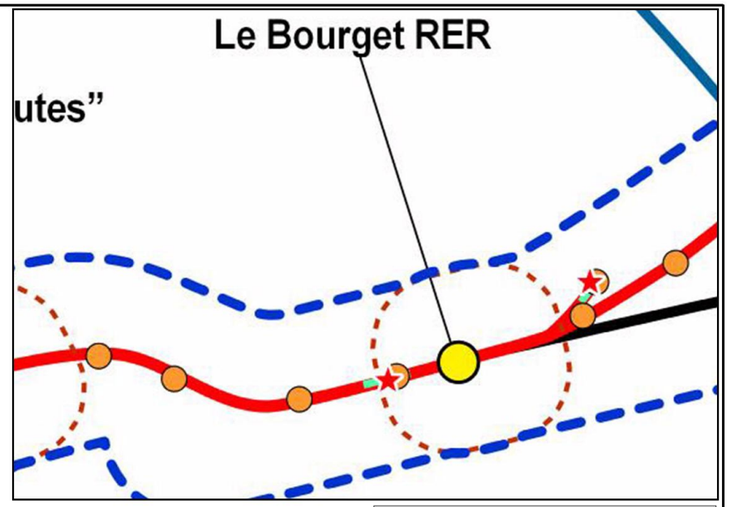
N W E S

Figure 4.2-6 : Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de La Courneuve



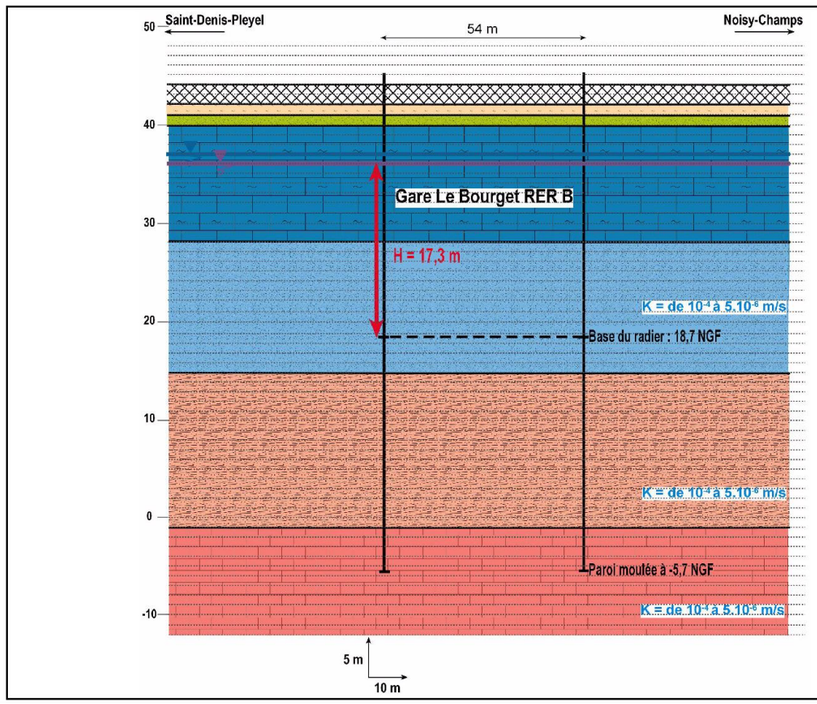
Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express
Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel
Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

- Tracé de référence
- Prolongement ligne 14
- Tunnel étudié dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Travaux en tranchée
- Variantes
- Gares
- Gare étudiée dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Ouvrages annexes
- Puits d'entrée et/ou de sortie de tunneliers
- Fuseau d'étude
- Fuseau d'étude des gares



- Extension du faciès des sables de Fontainebleau
- Extension du faciès du calcaire de Brie
- Extension du faciès du Ludien (Calcaire de Champigny)
- Extension du faciès de l'Auversien et du Marinésien (Marno-calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)
- Extension des faciès sableux de l'Yprésien
- Extension de la craie aquifère
- Craie fissurée très productive
- Craie peu fissurée
- Montien - Calcaires et Marnes de Meudon
- Piézométrie du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau (Oligocène)
- Piézométrie de la nappe du Calcaire de Champigny (Eocène supérieur)
- Piézométrie du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (Eocène supérieur)
- Piézométrie de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien)
- Piézométrie de la Craie

Cote approximative du terrain naturel	+ 44 m GF	
Cote approximative du radier	+ 19 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-2 m : Remblais	Perméable
	2-3 m : Marnes à pholadomies+ 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses	Peu perméable
	3-4 m : Sables verts	Assez peu perméable (pouvant être en continuité hydrauliques avec les Marno-calcaires de Saint-Ouen)
	4-16 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen	Aquifère ($K = 5.10^{-6}$ m/s à 10^{-4} m/s)
	16-30 m : Sables de Beauchamp	Aquifère (perméabilité variable)
	30-42 m : Marnes et caillasses	Toit peu perméable (de l'ordre de 10^{-7} m/s) Base semi-perméable et aquifère ($10^{-3} < K < 10^{-5}$ m/s)
	42 et au-delà : Calcaire grossier	Aquifère à perméabilité de fissure ($10^{-3} < K < 10^{-4}$ m/s)
Cote approximative de la nappe	+ 37 m NGF : nappe des Marno-calcaires de Saint Ouen et des sables de Beauchamp + 36 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien) Ce second aquifère, réputé captif, sous un écran peu perméable situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, est concerné par le rabattement de nappe en phase chantier dès lors que les parois moulées pénètrent dans les Marnes et Caillasses.	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important : environ 17 mètres En fonction de la position de l'horizon peu perméable, il pourra être nécessaire de décharger directement l'aquifère du Lutétien (Marnes et Caillasses et Calcaire Grossier) : les débits résiduels seront alors majorés. --> débit résiduel potentiellement fort. • Tranchée couverte sans bouchon injecté si le « bouchon naturel » est suffisant (horizons peu perméables des Marnes et caillasses) • Parois moulées avec bouchon injecté en pied de paroi de manière à limiter les débits résiduels extraits de la nappe du Lutétien et ainsi limiter l'impact sur la nappe superficielle.	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage importante	
Usage de l'eau	Nappe peu exploitée	
Pollution	Pollution potentielle forte 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, modélisation)	

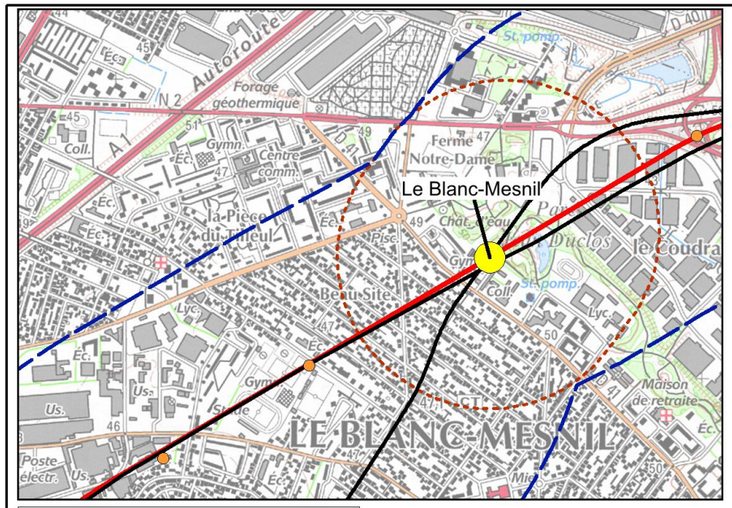


- : Remblais
- : Marnes à Pholadomyes - 4e Masse - Sables de Monceau
- : Sables verts
- : Calcaire de Saint-Ouen
- : Sables de Mortefontaine - Calcaire de Ducy - Sables de Beauchamp
- : Marnes et caillasses - Zone IV du Lutétien
- : Calcaire grossier

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés -
Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®,
Coupes ARCADIS - Novembre 2013
Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

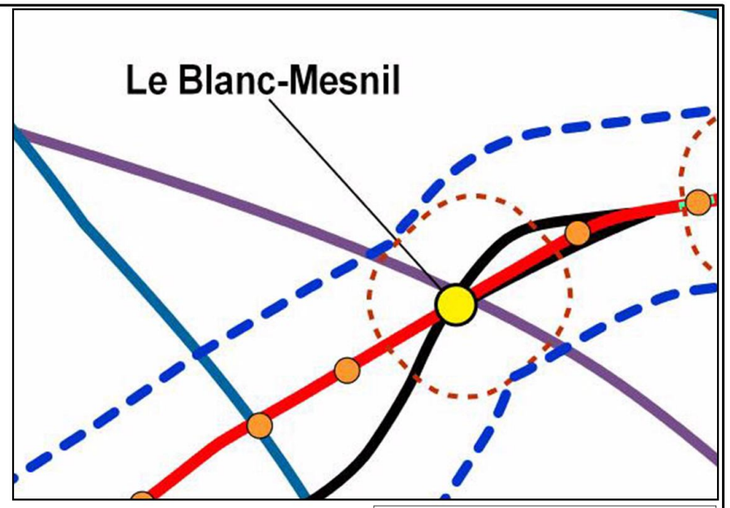
N W E S

Figure 4.2-7 : Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare du Bourget RER



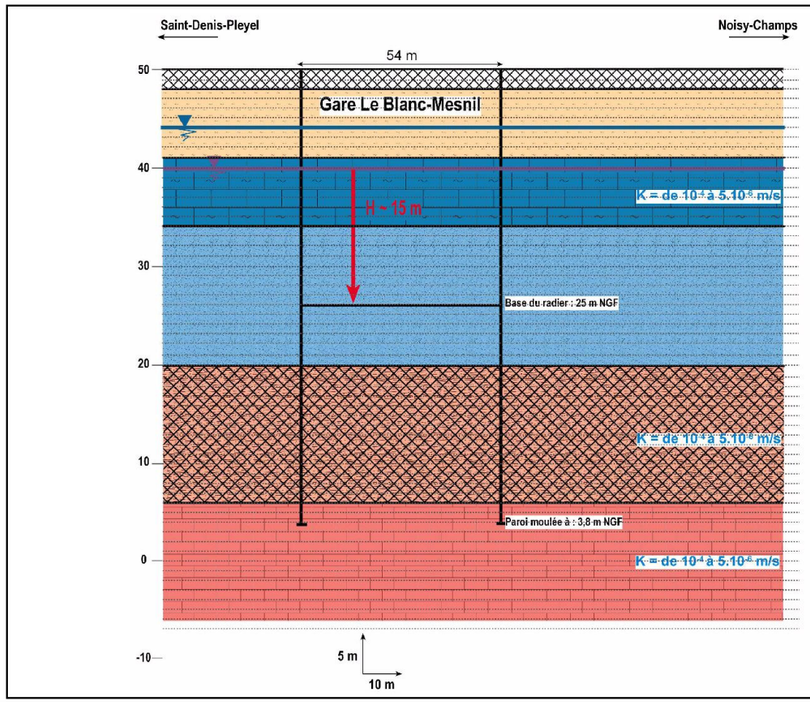
Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express
Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel
Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

- Tracé de référence
- Prolongement ligne 14
- Tunnel étudié dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Travaux en tranchée
- Variantes
- Gares
- Gare étudiée dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Ouvrages annexes
- Puits d'entrée et/ou de sortie de tunneliers
- Fuseau d'étude
- Fuseau d'étude des gares



- Extension du faciès des sables de Fontainebleau
- Extension du faciès du calcaire de Brie
- Extension du faciès du Ludien (Calcaire de Champigny)
- Extension du faciès de l'Auversien et du Marinésien (Marno-calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)
- Extension des faciès sableux de l'Yprésien
- Extension de la craie aquifère
- Craie fissurée très productive
- Craie peu fissurée
- Montien - Calcaires et Marnes de Meudon
- Piézométrie du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau (Oligocène)
- Piézométrie de la nappe du Calcaire de Champigny (Eocène supérieur)
- Piézométrie du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (Eocène supérieur)
- Piézométrie de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien)
- Piézométrie de la Craie

Cote approximative du terrain naturel	+ 50 m NGF	
Cote approximative du radier	+ 25 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-2 m : Remblais	Perméable
	2-9 m : Marnes à pholadomies + 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses	Peu perméable
	9-16 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen	Aquifère ($K = 5.10^{-6}$ m/s à 10^{-4} m/s)
	16-30 m : Sables de Beauchamp	Aquifère (perméabilité variable)
	30-44 m : Marnes et caillasses	Toit peu perméable (de l'ordre de 10^{-7} m/s) Base semi-perméable et aquifère ($10^{-3} < K < 10^{-5}$ m/s)
	44 m et au-delà : Calcaire Grossier	Aquifère à perméabilité de fissure ($10^{-3} < K < 10^{-4}$ m/s)
Cote approximative de la nappe	+ 44 m NGF : nappe des Marno-calcaires de Saint Ouen et des sables de Beauchamp + 40 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien) Ce second aquifère, réputé captif, sous un écran peu perméable situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, est concerné par le rabattement de nappe en phase chantier dès lors que les parois moulées pénètrent dans les Marnes et Caillasses.	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important : environ 15 mètres En fonction de la position de l'horizon peu perméable, il pourra être nécessaire de décharger directement l'aquifère du Lutétien (Marnes et Caillasses et Calcaire Grossier) : les débits résiduels seront alors majorés. --> débit résiduel potentiellement fort. • Tranchée couverte sans bouchon injecté si le « bouchon naturel » est suffisant (horizons peu perméables des Marnes et caillasses) • Parois moulées avec bouchon injecté en pied de paroi de manière à limiter les débits résiduels extraits de la nappe du Lutétien et ainsi limiter l'impact sur la nappe superficielle.	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage importante	
Usage de l'eau	Nappe exploitée, proximité du champ captant d'Aulnay et en relation avec les différents plans d'eau des parcs NATURA 2000	
Pollution	Pollution potentielle faible des eaux souterraines	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées si elles s'avèrent effectivement polluées	
	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, modélisation)	

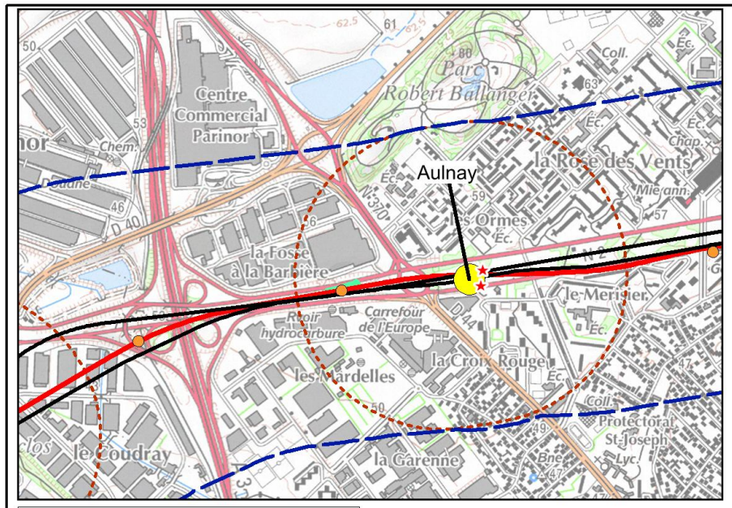


- : Remblais
- : Marnes à Pholadomyes - 4e Masse - Sables de Monceau
- : Sables verts
- : Calcaire de Saint-Ouen
- : Sables de Mortefontaine - Calcaire de Ducy - Sables de Beauchamp
- : Marnes et caillasses - Zone IV du Lutétien
- : Calcaire grossier

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés -
Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®,
Coupes ARCADIS - Novembre 2013
Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

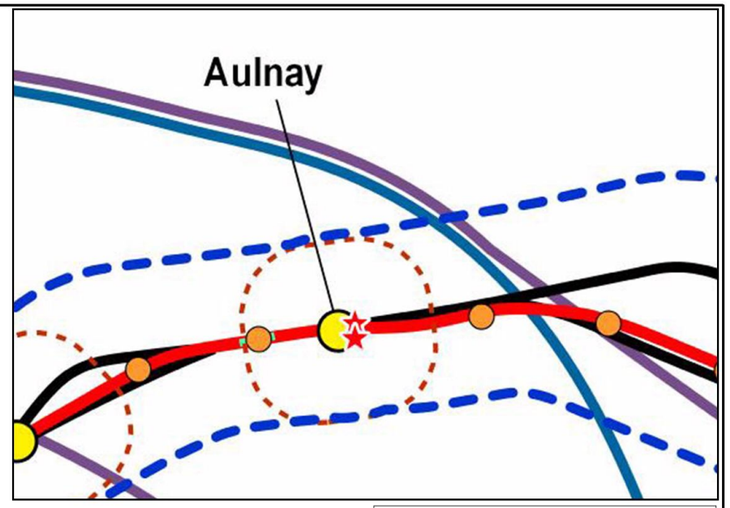
N W E S

Figure 4.2-8 : Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare du Blanc Mesnil



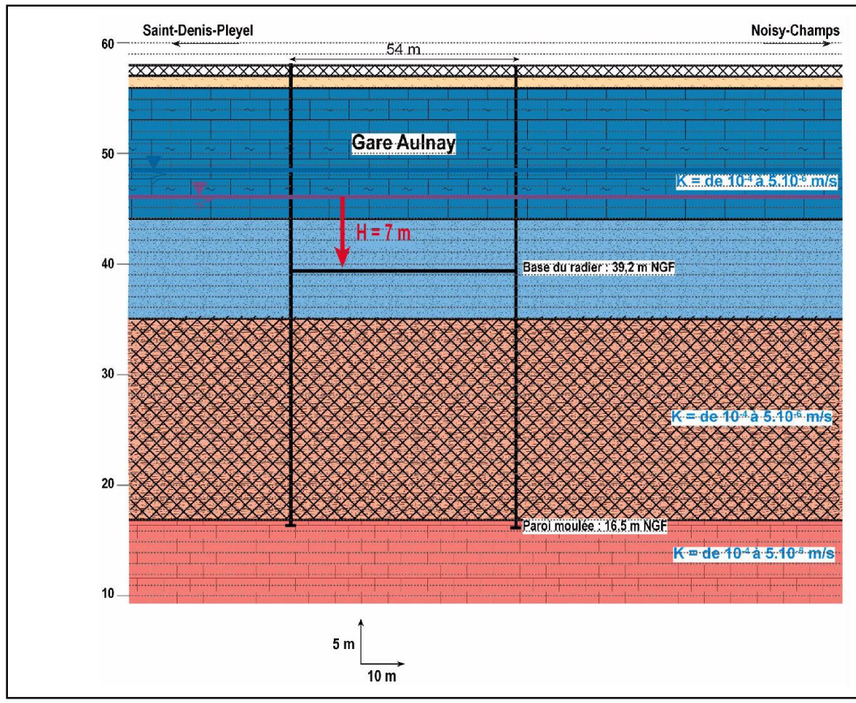
Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express
Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel
Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

- Tracé de référence
- Prolongement ligne 14
- Tunnel étudié dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Travaux en tranchée
- Variantes
- Gares
- Gare étudiée dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Ouvrages annexes
- Puits d'entrée et/ou de sortie de tunneliers
- Fuseau d'étude
- Fuseau d'étude des gares



- Extension du faciès des sables de Fontainebleau
- Extension du faciès du calcaire de Brie
- Extension du faciès du Ludien (Calcaire de Champigny)
- Extension du faciès de l'Auversien et du Marinésien (Marno-calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)
- Extension des faciès sableux de l'Yprésien
- Extension de la craie aquifère
- Craie fissurée très productive
- Craie peu fissurée
- Montien - Calcaires et Marnes de Meudon
- Piézométrie du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau (Oligocène)
- Piézométrie de la nappe du Calcaire de Champigny (Eocène supérieur)
- Piézométrie du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (Eocène supérieur)
- Piézométrie de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien)
- Piézométrie de la Craie

Cote approximative du terrain naturel	+ 58 m NGF	
Cote approximative du radier	+ 39,2 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-1 m : Limons de plateaux	Perméable
	1-2 m : Marnes à pholadomies + 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses	Peu perméable
	2-14 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen	Aquifère (K = 5.10^{-6} m/s à 10^{-4} m/s)
	14-23 m : Sables de Beauchamp	Aquifère (perméabilité variable)
	23-41m : Marnes et caillasses	Toit peu perméable (de l'ordre de 10^{-7} m/s) Base semi-perméable et aquifère (10^{-3} <K < 10^{-5} m/s)
	41 m et au-delà : Calcaires grossiers	Aquifère à perméabilité de fissure (10^{-3} <K < 10^{-4} m/s)
Cote approximative de la nappe	+ 48,5 m NGF : nappe des Marno-calcaires de Saint Ouen et des sables de Beauchamp + 46 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien) Ce second aquifère, réputé captif, sous un écran peu perméable situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, est concerné par le rabattement de nappe en phase chantier dès lors que les parois moulées pénètrent dans les Marnes et Caillasses.	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement moyen : environ 7 mètres En fonction de la position de l'horizon peu perméable, il pourra être nécessaire de décharger directement l'aquifère du Lutétien (Marnes et Caillasses et Calcaire Grossier) : les débits résiduels seront alors majorés. --> débit résiduel potentiellement fort. • Tranchée couverte sans bouchon injecté si le « bouchon naturel » est suffisant (horizons peu perméables des Marnes et caillasses) • Parois moulées avec bouchon injecté en pied de paroi de manière à limiter les débits résiduels extraits de la nappe du Lutétien et ainsi limiter l'impact sur la nappe superficielle.	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage modérée	
Usage de l'eau	Nappe exploitée, proximité du champ captant d'Aulnay et en relation avec les différents plans d'eau des parcs NATURA 2000	
Pollution	Pollution potentielle faible des eaux souterraines	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées si elles s'avèrent effectivement polluées	
	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, modélisation)	

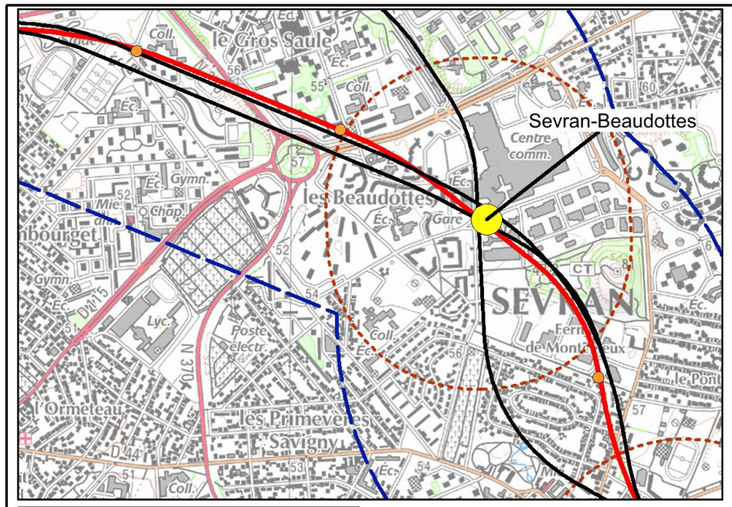


- : Remblais
- : Marnes à Pholadomyes - 4e Masse - Sables de Monceau
- : Calcaire de Saint-Ouen
- : Sables de Mortefontaine - Calcaire de Ducy - Sables de Beauchamp
- : Marnes et caillasses - Zone IV du Lutétien
- : Calcaire grossier

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés -
Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®,
Coupes ARCADIS - Novembre 2013
Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

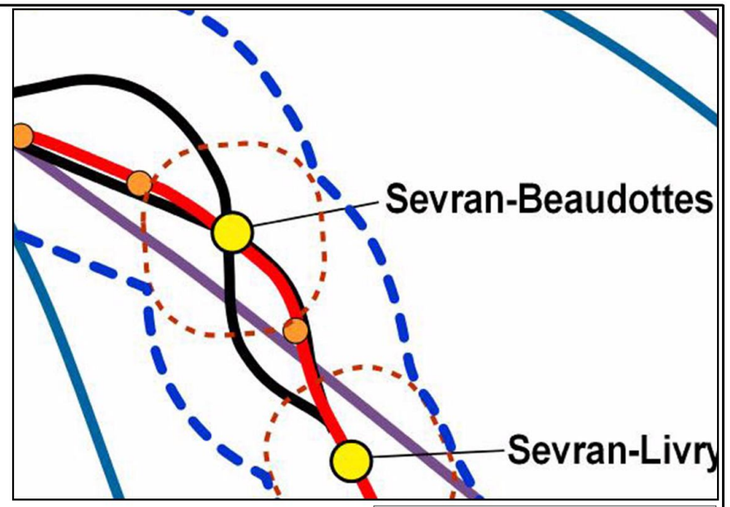
N W E S

Figure 4.2-9 : Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare d'Aulnay



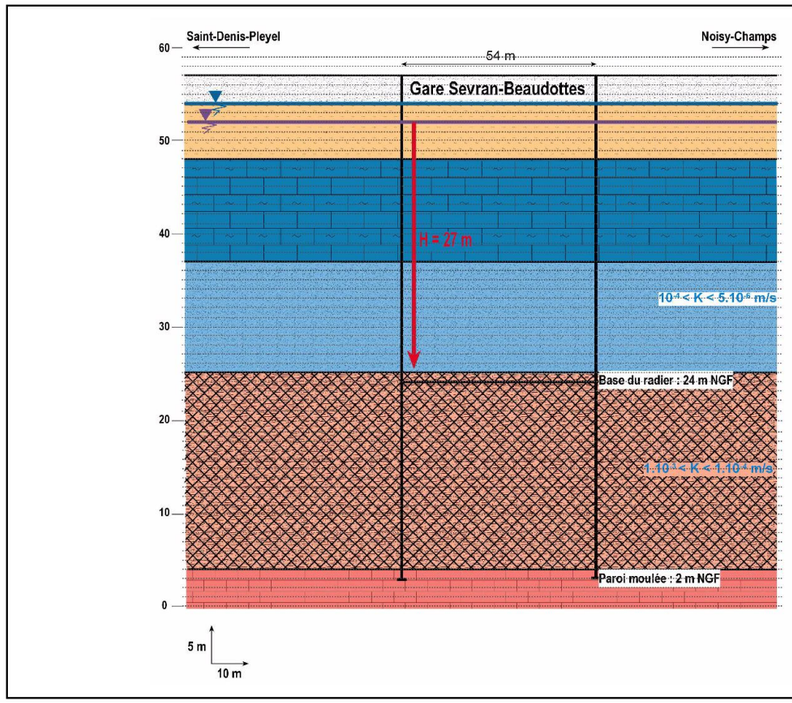
Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express
Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel
Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

- Tracé de référence
- Prolongement ligne 14
- Tunnel étudié dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Travaux en tranchée
- Variantes
- Gares
- Gare étudiée dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Ouvrages annexes
- Puits d'entrée et/ou de sortie de tunneliers
- Fuseau d'étude
- Fuseau d'étude des gares



- Extension du faciès des sables de Fontainebleau
- Extension du faciès du calcaire de Brie
- Extension du faciès du Ludien (Calcaire de Champigny)
- Extension du faciès de l'Auversien et du Marinésien (Marno-calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)
- Extension des faciès sableux de l'Yprésien
- Extension de la craie aquifère
- Craie fissurée très productive
- Craie peu fissurée
- Montien - Calcaires et Marnes de Meudon
- Piézométrie du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau (Oligocène)
- Piézométrie de la nappe du Calcaire de Champigny (Eocène supérieur)
- Piézométrie du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (Eocène supérieur)
- Piézométrie de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien)
- Piézométrie de la Craie

Cote approximative du terrain naturel	+ 57 m NGF	
Cote approximative du radier	+ 24 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-3 m : Alluvions anciennes	Aquifère : Très perméable (K= 10^{-3} m/s)
	3-9 m : Marnes à pholadomies + 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses	Peu perméable
	9-20 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen	Aquifère (K = 5.10^{-6} m/s à 10^{-4} m/s)
	20-32 m : Sables de Beauchamp	Aquifère (perméabilité variable)
	32-54 m et au-delà : Marnes et caillasses	Toit peu perméable (de l'ordre de 10^{-7} m/s) Base semi-perméable et aquifère (10^{-5}<K < 10^{-5} m/s)
	54 m et au-delà : Calcaire Grossier	Aquifère à perméabilité de fissure (10^{-3} <K < 10^{-4} m/s)
Cote approximative de la nappe	+ 54 m NGF : nappe des Marno-calcaires de Saint Ouen et des sables de Beauchamp + 52 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien) Ce second aquifère, réputé captif, sous un écran peu perméable situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, est concerné par le rabattement de nappe en phase chantier dès lors que les parois moulées pénètrent dans les Marnes et Caillasses.	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important : environ 27 mètres Le radier étant ancré dans les Marnes et Caillasses, le pompage en phase chantier décharge directement l'aquifère du Lutétien (Marnes et Caillasses et Calcaire Grossier) --> débit résiduel potentiellement fort. • Tranchée couverte sans bouchon injecté si le « bouchon naturel » est suffisant (horizons peu perméables des Marnes et caillasses) ; • Parois moulées avec bouchon injecté en pied de paroi de manière à limiter les débits résiduels extraits de la nappe du Lutétien et ainsi limiter l'impact sur la nappe superficielle ; • En fonction de la localisation de l'horizon peu perméables des marnes et caillasses, il pourra être nécessaire d'approfondir les parois moulées jusqu'aux argiles de Laon, horizon très peu perméable.	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage important	
Usage de l'eau	Nappe peu exploitée, mais en relation avec les différents plans d'eau des parcs NATURA 2000	
Pollution	Pollution potentielle faible des eaux souterraines	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées si elles s'avèrent effectivement polluées	
	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)	

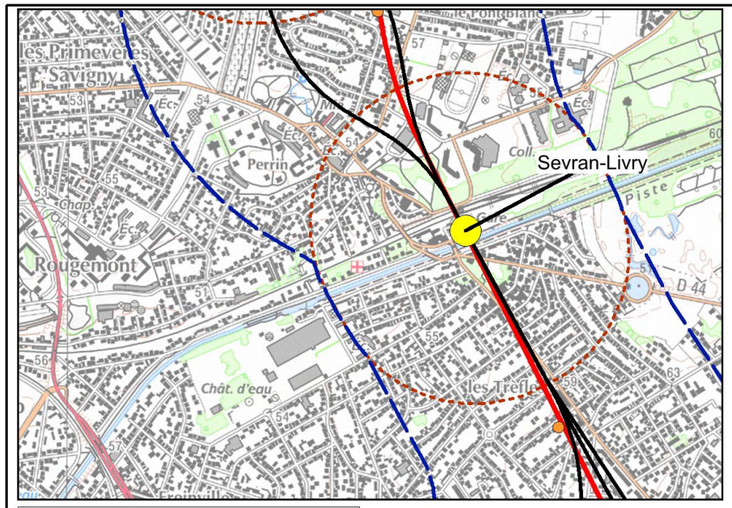


- : Alluvions anciennes
- : Marnes à Pholadomyes - 4e Masse - Sables de Monceau
- : Calcaire de Saint-Ouen
- : Sables de Mortefontaine - Calcaire de Ducy - Sables de Beauchamp
- : Marnes et caillasses - Zone IV du Lutétien
- : Calcaire grossier

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés -
Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®,
Coupes ARCADIS - Novembre 2013
Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

N W E S

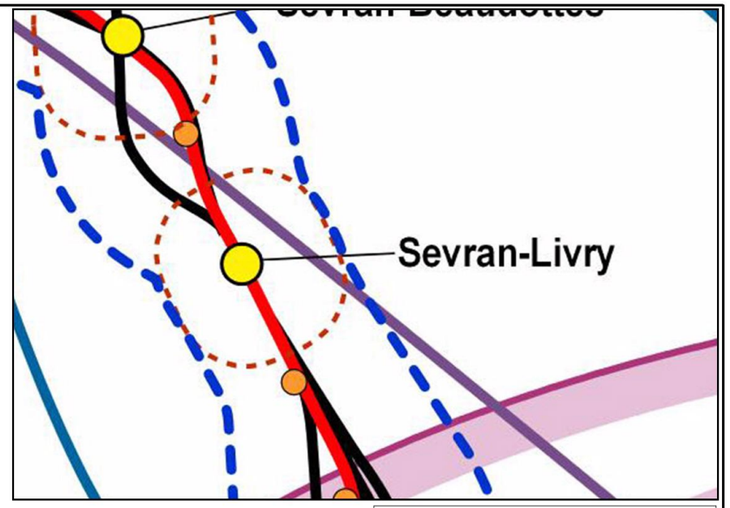
Figure 4.2-10 : Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de Sevran Beaudottes



0 200 400 800 m

Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express
Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel
Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

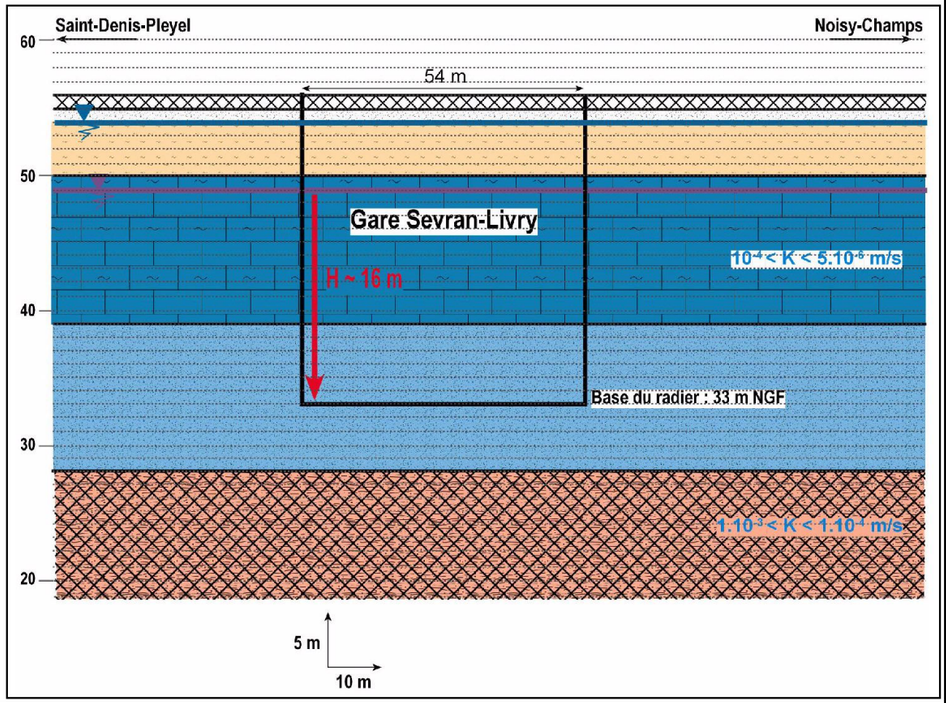
- Tracé de référence
- Prolongement ligne 14
- Tunnel étudié dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Travaux en tranchée
- Variantes
- Gares
- Gare étudiée dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Ouvrages annexes
- Puits d'entrée et/ou de sortie de tunneliers
- Fuseau d'étude
- Fuseau d'étude des gares



0 350 700 1400 m

- Extension du faciès des sables de Fontainebleau
- Extension du faciès du calcaire de Brie
- Extension du faciès du Ludien (Calcaire de Champigny)
- Extension du faciès de l'Auversien et du Marinésien (Marno-calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)
- Extension des faciès sableux de l'Yprésien
- Extension de la craie aquifère
- Craie fissurée très productive
- Craie peu fissurée
- Montien - Calcaires et Marnes de Meudon
- Piézométrie du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau (Oligocène)
- Piézométrie de la nappe du Calcaire de Champigny (Eocène supérieur)
- Piézométrie du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (Eocène supérieur)
- Piézométrie de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien)
- Piézométrie de la Craie

Cote approximative du terrain naturel	+ 56 m NGF	
Cote approximative du radier	+ 33 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-1 m : Remblais / Alluvions modernes	Peu perméable
	1-2 m : alluvions anciennes	Aquifère : Très perméable (K= 10^{-3} m/s)
	2-6 m : Marnes à pholadomies + 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses	Peu perméable
	6-17 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen	Aquifère (K = 5.10^{-6} m/s à 10^{-4} m/s)
	17-28 m : Sables de Beauchamp	Aquifère (perméabilité variable)
	28 m et au-delà : Marnes et caillasses	Toit peu perméable (de l'ordre de 10^{-7} m/s) Base semi-perméable et aquifère (10^{-3} <K < 10^{-5} m/s)
Cote approximative de la nappe	+ 54 m NGF : nappe des Marno-calcaires de Saint Ouen et des sables de Beauchamp + 49 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien) Ce second aquifère, réputé captif, sous un écran peu perméable situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, est concerné par le rabattement de nappe en phase chantier dès lors que les parois moulées pénètrent dans les Marnes et Caillasses.	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important : environ 16 mètres En fonction de la position de l'horizon peu perméable, il pourra être nécessaire de décharger directement l'aquifère du Lutétien (Marnes et Caillasses et Calcaire Grossier) : les débits résiduels seront alors majorés. --> débit résiduel potentiellement fort. • Tranchée couverte sans bouchon injecté si le « bouchon naturel » est suffisant (horizons peu perméables des Marnes et caillasses) • Parois moulées avec bouchon injecté en pied de paroi de manière à limiter les débits résiduels extraits de la nappe du Lutétien et ainsi limiter l'impact sur la nappe superficielle.	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage important	
Usage de l'eau	Nappe peu exploitée, mais en relation avec les différents plans d'eau des parcs NATURA 2000	
Pollution	Pollution potentielle faible des eaux souterraines	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées si elles s'avèrent effectivement polluées	
	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, modélisation)	

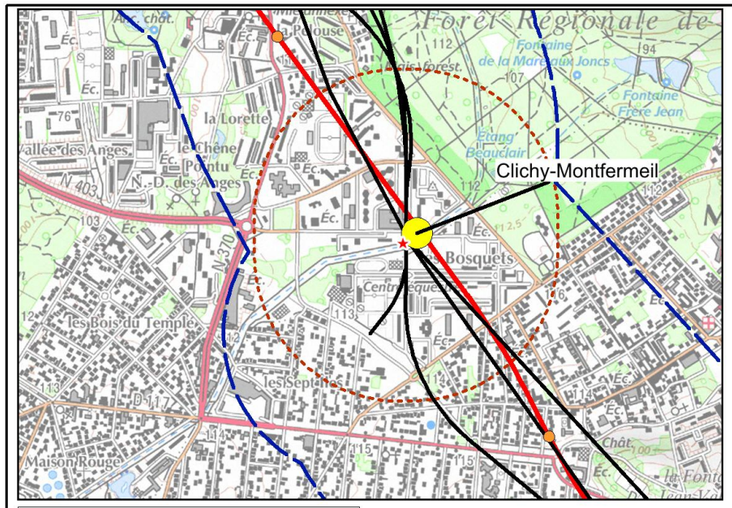


- : Remblais
- : Alluvions anciennes
- : Marnes à Pholadomyes - 4e Masse - Sables de Monceau
- : Calcaire de Saint-Ouen
- : Sables de Mortefontaine - Calcaire de Ducy - Sables de Beauchamp
- : Marnes et caillasses - Zone IV du Lutétien

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés -
Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®,
Coupes ARCADIS - Novembre 2013
Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

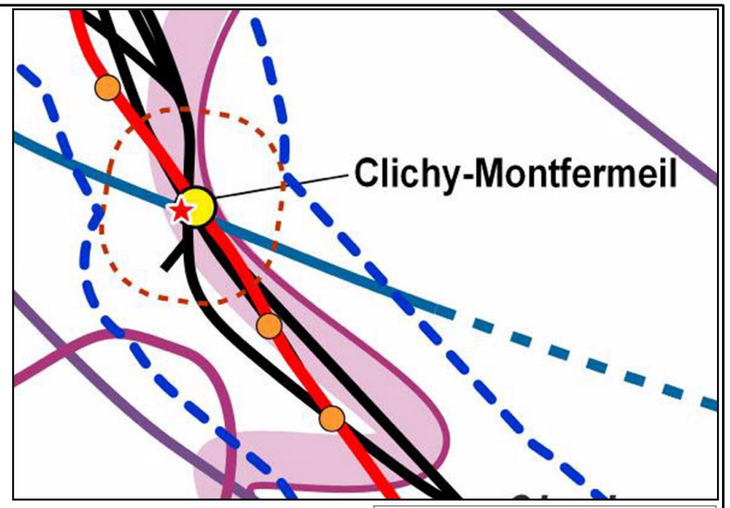
N W E S

Figure 4.2-11 : Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de Sevran Livry



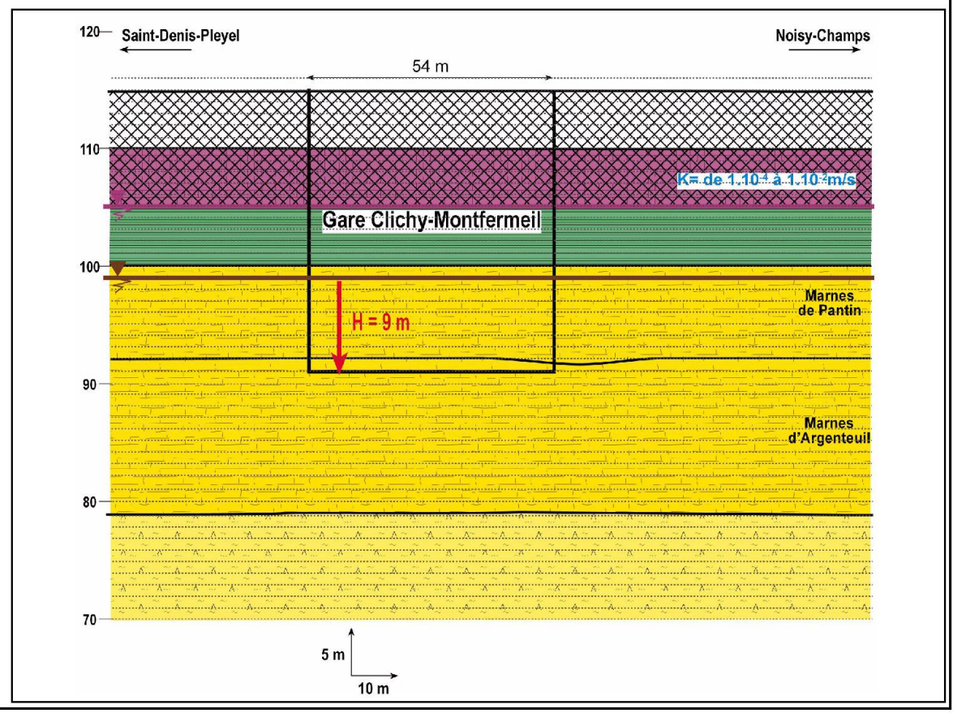
Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express
Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel
Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

- Tracé de référence
- Prolongement ligne 14
- Tunnel étudié dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Travaux en tranchée
- Variantes
- Gares
- Gare étudiée dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Ouvrages annexes
- Puits d'entrée et/ou de sortie de tunneliers
- Fuseau d'étude
- Fuseau d'étude des gares



- Extension du faciès des sables de Fontainebleau
- Extension du faciès du calcaire de Brie
- Extension du faciès du Ludien (Calcaire de Champigny)
- Extension du faciès de l'Auversien et du Marinésien (Marno-calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)
- Extension des faciès sableux de l'Yprésien
- Extension de la craie aquifère
- Craie fissurée très productive
- Craie peu fissurée
- Montien - Calcaires et Marnes de Meudon
- Piézométrie du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau (Oligocène)
- Piézométrie de la nappe du Calcaire de Champigny (Eocène supérieur)
- Piézométrie du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (Eocène supérieur)
- Piézométrie de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien)
- Piézométrie de la Craie
- Piézométrie de la nappe des Marnes supragypseuses

Cote approximative du terrain naturel	+ 114 m NGF	
Cote approximative du radier	+ 89 m NGF	
Géologie au droit de la gare	0-4 m : Remblais	Perméable
	4-8 m : Calcaire de Brie	Aquifère (K = 10^{-4} à 10^{-2} m/s)
	8-15 m : Argile verte	Très peu perméable
	15-29 m : Marnes supra-gypseuses	Semi-perméable
	29 et au-delà : Masses et marnes du gypse	Peu perméable
Cote approximative de la nappe	Les piézomètres mis en place dans le cadre de la mission G11 ont révélés la présence d'un niveau d'eau dans les marnes supra-gypseuses : + 98 NGF La topographie et la géologie conduisent à la vidange presque immédiate de l'aquifère du calcaire de Brie.	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement potentiellement très faible Tranchée couverte et parois moulées Débit résiduel potentiellement faible	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage très importante	
Usage de l'eau	Nappe peu exploitée	
Pollution	Pollution potentielle faible des eaux souterraines	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées si elles s'avèrent effectivement polluées	
	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)	

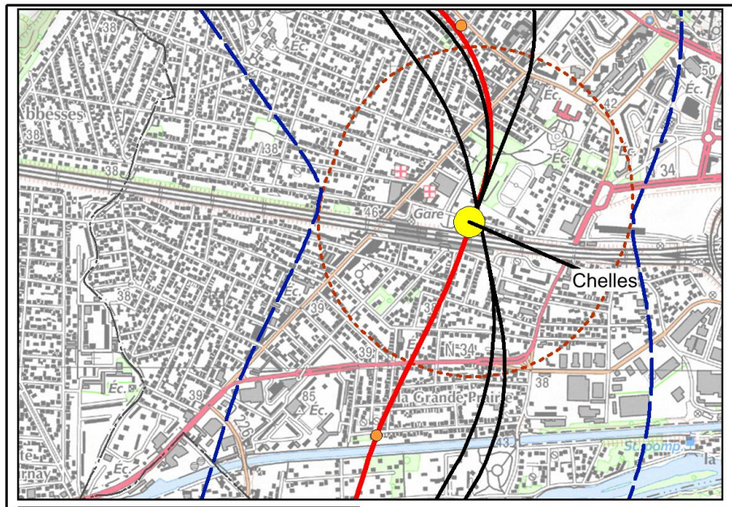


- : Remblais
- : Calcaire de Brie
- : Marnes vertes et glaises à Cyrènes
- : Marnes supra-gypseuses
- : Masses et Marnes du gypse

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés -
Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®,
Coupes ARCADIS - Novembre 2013
Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

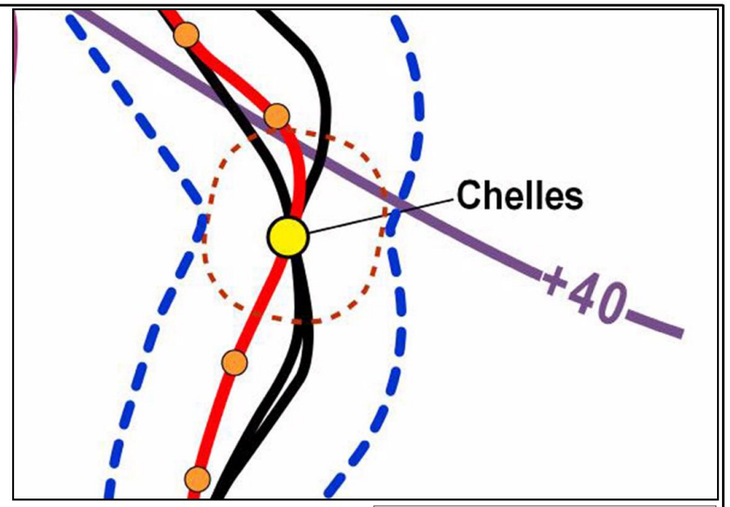
N W E S

Figure 4.2-12 : Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de Clichy-Montfermeil



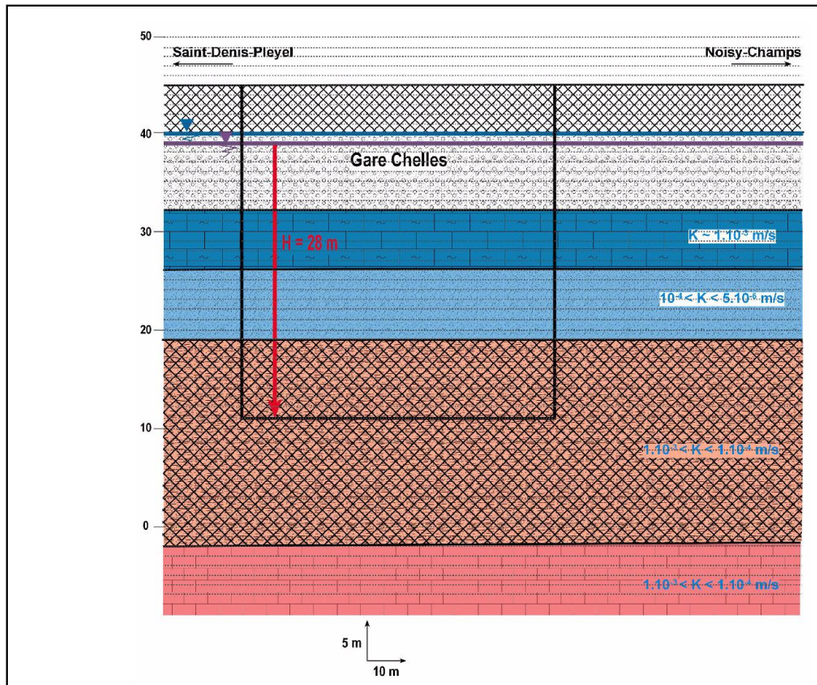
Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express
Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel
Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

- Tracé de référence
- Prolongement ligne 14
- Tunnel étudié dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Travaux en tranchée
- Variantes
- Gares
- Gare étudiée dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Ouvrages annexes
- Puits d'entrée et/ou de sortie de tunneliers
- Fuseau d'étude
- Fuseau d'étude des gares



- Extension du faciès des sables de Fontainebleau
- Extension du faciès du calcaire de Brie
- Extension du faciès du Ludien (Calcaire de Champigny)
- Extension du faciès de l'Auversien et du Marinésien (Marno-calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)
- Extension des faciès sableux de l'Yprésien
- Extension de la craie aquifère
- Craie fissurée très productive
- Craie peu fissurée
- Montien - Calcaires et Marnes de Meudon
- Piézométrie du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau (Oligocène)
- Piézométrie de la nappe du Calcaire de Champigny (Eocène supérieur)
- Piézométrie du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (Eocène supérieur)
- Piézométrie de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien)
- Piézométrie de la Craie

Cote approximative du terrain naturel	+ 40 m NGF	
Cote approximative du radier	+ 11 m NGF	
	0-5 : Remblais	
	5-13 m : Alluvions anciennes	Aquifère : Très perméable (K= 10^{-3} m/s)
	13-19 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen	Aquifère (K = 5.10^{-6} m/s à 10^{-4} m/s)
	19-26 m : Sables de Beauchamp	Aquifère (perméabilité variable)
	26-47 m : Marnes et caillasses	Toit peu perméable (de l'ordre de 10^{-7} m/s) Base semi-perméable et aquifère (10^{-3}<K< 10^{-5} m/s)
	47 m et au-delà : Calcaire grossiers	Aquifère à perméabilité de fissure (10^{-3}<K< 10^{-4} m/s)
Cote approximative de la nappe	+ 40 m NGF : nappe des Marno-calcaires de Saint Ouen et des sables de Beauchamp + 39 m NGF : nappe de l'Eocène inférieur à moyen (Yprésien + Lutétien) Ce second aquifère, réputé captif, sous un écran peu perméable situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, est concerné par le rabattement de nappe en phase chantier dès lors que les parois moulées pénètrent dans les Marnes et Caillasses.	
Rabattement nécessaire, méthode constructive et débit résiduel attendu	Rabattement important : environ 28 mètres Le radier étant ancré dans les Marnes et Caillasses, le pompage en phase chantier décharge directement l'aquifère du Lutétien (Marnes et Caillasses et Calcaire Grossier) --> débit résiduel potentiellement fort. • Tranchée couverte sans bouchon injecté si le « bouchon naturel » est suffisant (horizons peu perméables des Marnes et caillasses) ; • Parois moulées avec bouchon injecté en pied de paroi de manière à limiter les débits résiduels extraits de la nappe du Lutétien et ainsi limiter l'impact sur la nappe superficielle ; • En fonction de la localisation de l'horizon peu perméables des marnes et caillasses, il pourra être nécessaire d'approfondir les parois moulées jusqu'aux argiles de Laon, horizon très peu perméable.	
Effet barrage	Sensibilité à l'effet barrage important	
Usage de l'eau	Nappe peu exploitée, mais en relation potentielle avec les différents plans d'eau du parc NATURA 2000	
Pollution	Pollution potentielle forte des eaux souterraines	
Mesures compensatoires	Gestion des eaux pompées (pompage et rejet)	
	Mise en place de solutions de traitement des eaux pompées si elles s'avèrent effectivement polluées	
	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, modélisation)	



- : Remblais
- : Alluvions anciennes
- : Calcaire de Saint-Ouen
- : Sables de Mortefontaine - Calcaire de Ducy - Sables de Beauchamp
- : Marnes et caillasses - Zone IV du Lutétien
- : Calcaire grossier

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés -
Sources : ©SGP, ©IGN, BD Topo® et Scan 25®,
Coupes ARCADIS - Novembre 2013
Cartographie: BURGEAP / Biotope, 2014

N W E S

Figure 4.2-13 : Fiche de synthèse hydrogéologique – Gare de Chelles

Usages des eaux souterraines

À l'échelle du projet, parmi les potentiels impacts 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 premier critère défini pour évaluer le potentiel impact du projet sur l'approvisionnement en eau potable est le critère « distance ». Ainsi, les zones de pompages situés à 1,5 km à l'extérieur du fuseau ont été considérées comme des zones sensibles.

Le second critère considéré est la nappe aquifère captée. Si la nappe d'eau souterraine captée pour l'approvisionnement en eau potable est celle potentiellement influencée par le projet (perturbation des écoulements, rabattement), l'impact du projet sur le pompage considéré a été jugé plus sensible que si le projet intercepte une nappe différente.

Enfin, le troisième critère est celui de la position de l'ouvrage souterrain par rapport au pompage considéré et par rapport au sens d'écoulement de la nappe interceptée : une perturbation des écoulements en amont d'un pompage aura un impact potentiel plus important qu'une perturbation en aval de celui-ci.

Les zones faisant l'objet d'une exploitation importante des eaux souterraines pour d'autres usages ont été considérées dans un deuxième temps.

Les zones sensibles en termes d'usage des eaux souterraines ont été représentées sur la **carte de la figure 4.2-4**.

La synthèse des impacts potentiels au niveau des gares est présentée sur les **fiches synthétiques hydrogéologiques (Figures 4.2-5 à 13)**.

Le fuseau du projet englobe un captage AEP (Captage du Blanc-Mesnil Sud) et se situe à proximité immédiate du champ captant de Villeneuve la Garenne (extrémité ouest du projet) et des captages AEP du Blanc-Mesnil Nord et de Aulnay. Ces captages sont implantés dans les sables de l'Yprésien et captent la nappe de l'Eocène Inférieur. Bien que ces captages AEP exploitent la nappe de l'Yprésien, la mise en place de pompage de rabattement de nappe en phase chantier de la nappe de l'Eocène supérieur peut créer un drainage vertical amenant à décharger la nappe de l'Yprésien, pouvant influencer l'exploitation de ces captages AEP. Ce risque est d'autant plus important que le tunnel oscille entre la base des sables de Beauchamp et le toit des marnes et caillasses et que l'interception ponctuelle de la nappe de l'Eocène inférieur à moyen est probable.

L'autre principale contrainte concerne les relations hydrogéologiques d'une part entre la nappe de l'Eocène supérieur et les différents plans d'eau des parcs NATURA 2000 (parc Georges Valbon, parc du Sausset, parc forestier de la poudrerie et bois de la Tussion), et d'autre part entre la nappe « générale » de la vallée de la Marne avec les plans d'eau du parc NATURA 2000 de la Haute Ile. Ces relations devront faire l'objet de modélisation afin de déterminer précisément l'influence de pompage sur les plans d'eau de ces différents parcs.

L'usage géothermique est représenté dans le fuseau par plusieurs dispositifs captant majoritairement le Dogger (aquifère très profond ≤ 2000 m). L'ouvrage n'aura donc pas d'influence sur ces ouvrages. Il est important de souligner que la géothermie est en plein essor et que de nombreux dispositifs captant les aquifères moins profonds (géothermie très basses températures) verront le jour dans l'avenir et devront faire l'objet d'une attention particulière.

Il existe également probablement d'autres dispositifs de pompages impliqués dans des rabattements de nappe en phase chantier ou définitive. Le projet pourrait avoir un impact sur les écoulements de la nappe dans cette zone et venir créer des interférences avec les dispositifs de pompage existants.

4.2.1.3 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

En ce qui concerne les problématiques liées à l'hydrogéologie, les mesures d'évitement ne sont pas possibles. La réalisation du projet engendre la disparition partielle de strates géologiques et des interférences avec les eaux souterraines.

Mesures de réduction

Rabattement des nappes d'eau souterraines

Rappelons que toutes les tranchées couvertes mise en œuvre sont équipées de parois moulées dont le rôle est à la fois hydrogéologique et structurel : il s'agit aussi de maintenir les parois des fouilles verticales et pour, la très grande majorité des ouvrages, de constituer le mur porteur extérieur. Ce rôle structurel conduit à mettre en œuvre des parois moulées suffisamment épaisses et armées pour jouer le rôle qui leur est dévolu. Ce renforcement s'accompagne de meilleures performances en termes de perméabilité.

Ces parois moulées constituent une mesure de réduction de base intégrée dès le départ au projet.

Plusieurs mesures sont prévues pour réduire encore l'impact en phase chantier lié au rabattement de nappe. Tout d'abord, les dispositions constructives seront adaptées pour limiter le débit résiduel. Elles consistent en :

- Un approfondissement de la paroi moulée jusqu'à un horizon naturellement peu perméable. Dans le secteur d'étude, deux cibles seront rencontrées. En premier lieu, il s'agira de rechercher les écrans naturels peu perméables dans les Marnes et Caillasses ; la perméabilité verticale des Marnes et Caillasses peut être très réduite. Une référence bibliographique (Claude Mégnien) cite une valeur de l'ordre de 10^{-9} m/s, ce qui est très faible. Il faut toutefois garder à l'esprit que la perméabilité verticale des Marnes et caillasses peut être variable. Des essais adaptés seront réalisés pour préciser ce point. Une ancrage des parois moulées dans la base du Calcaire grossier ou le toit des Sables de l'Yprésien pourra également être envisagé pour les gares les plus profondes. Ces horizons sont également susceptibles d'être très peu perméables.

- En deuxième lieu, si les terrains naturels présents au droit du site ne sont pas suffisamment peu perméables ou s'ils sont situés à une profondeur trop importante pour être atteint dans de bonnes condition techniques, économiques, les terrains à la base de la fiche mécanique de la paroi moulée seront injectés par un coulis, de manière à réduire la perméabilité naturelle de l'horizon. La performance attendue d'une telle technique peut être une perméabilité verticale résiduelle de l'ordre de 5.10^{-6} m/s à 1.10^{-6} m/s sur 3 mètres d'épaisseur.

Le contexte hydrogéologique local précis conditionnera le choix de ces techniques mais elles sont toutes susceptibles de réduire significativement le débit d'exhaure.

Pour limiter encore l'impact potentiel hydrodynamique, la réinjection des eaux d'exhaure sera la solution privilégiée. Cette réinjection pourra être réalisée dans des puits à l'extérieur de la paroi moulée, dans le même aquifère que celui prélevé (variable suivant le contexte). Une étude de faisabilité de la réinjection sera réalisée pour chaque zone de rabattement. Ce système de gestion des eaux d'exhaure permettra d'obtenir un bilan quantitatif nul pour la ressource et donc un impact hydrodynamique extrêmement limité et localisé. Enfin, si les eaux pompées présentent une pollution sensible non compatible avec la solution de rejet retenue, des traitements appropriés seront mis en place.

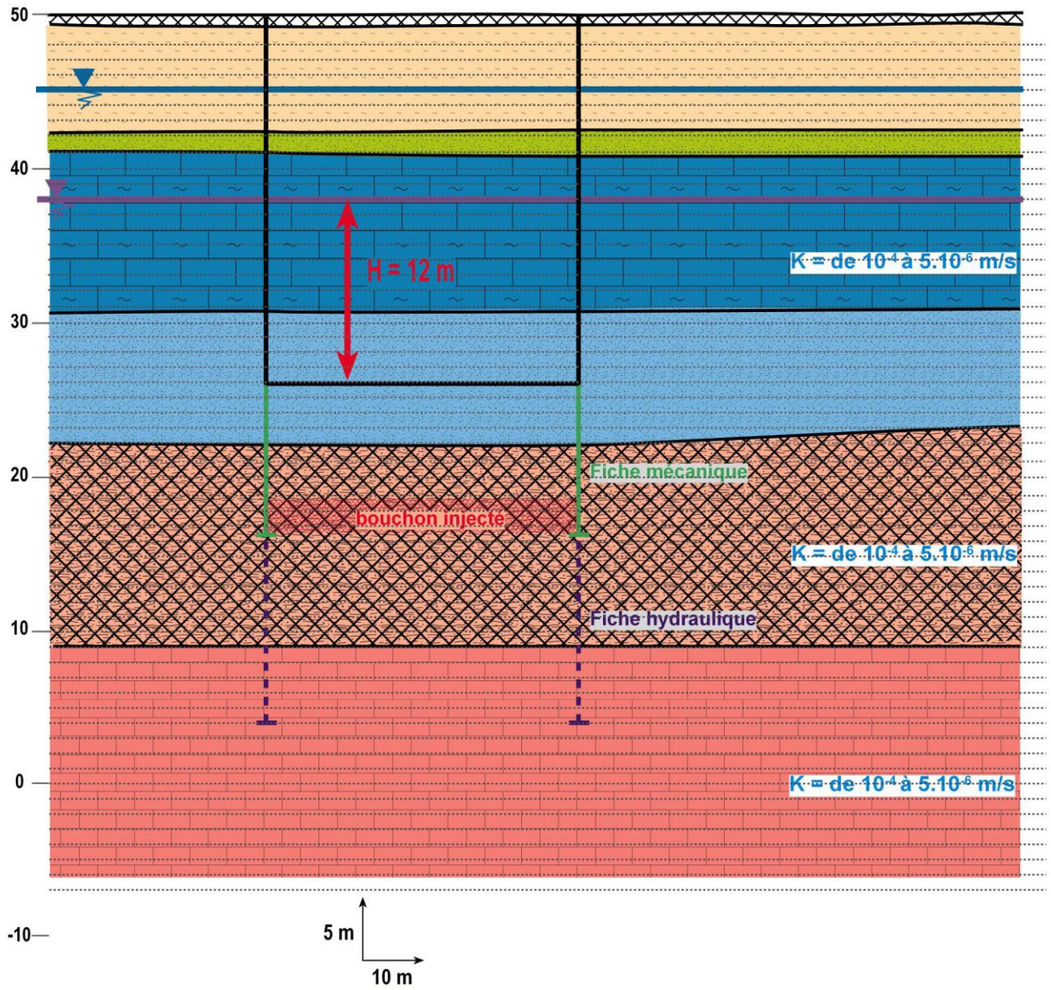


Figure 4.2-14 : Schéma de principe de l'adaptation de la paroi moulée en vue de rechercher la perméabilité la plus faible

Le modèle hydrogéologique réalisé dans le secteur du projet permet de simuler les effets résiduels dus à la mise en œuvre de parois moulées et de les comparer avec ceux observables dans le cadre d'une méthode de construction dite « classique ».

Il montre qu'avec les dispositions indiquées ci-dessus, l'étendue de la baisse de piézométrie hors de la boite est réduite aux abords de la boite et que l'ampleur est faible, 10 à 30 cm au maximum à proximité de la boite.

La construction des gares de La Courneuve, du Bourget RER et des puits situés entre les gares de La Courneuve et du Blanc-Mesnil, et entre les gares d'Aulnay et de Sevran Beaudottes n'ont pas d'impact sur les niveaux d'eau des plans d'eau sensibles des Parcs Georges Valbon et du Sausset.

La limitation des débits résiduels s'accompagnera des effets bénéfiques suivants :

Limitation du rabattement des nappes d'eau souterraines et donc des éventuels tassements dans les remblais sensibles aux variations de niveau d'eau et dans les formations aquifères captives, notamment les sables de l'Yprésien ;

Limitation du risque de dissolution du gypse en cas de pompage dans les formations susceptibles d'en contenir (formations du gypse au sens large mais aussi Marnes et caillasses et Calcaire grossier (gypse anté-Ludien)) ;

Limitation de la perturbation des écoulements des nappes d'eau souterraines qui permettra de minimiser l'impact potentiel du projet sur les usages de l'eau, et en particulier, sur l'approvisionnement en eau potable ;

Limitation de la contrainte que constituent le pompage d'eaux souterraines polluées et la nécessité du traitement de ces eaux avant rejet dans le milieu naturel ou les réseaux.

Par ailleurs la connaissance des nappes souterraines doit être complétée par des études complémentaires qui permettront de clarifier :

- la caractérisation des propriétés hydrodynamiques des nappes ;

- l'impact de l'ouvrage et de la réalisation des travaux sur l'écoulement de la nappe et les caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines.

« Effet Barrage »

La modélisation a montré que l'effet barrage des gares de la Plaine de France est très faible. La variations de piézométrie sont de l'ordre de 10 à 30 cm en plus ou en moins par rapport au niveau de référence.

Dans les cas de figure où l'effet barrage sera susceptible d'être significatif, des mesures d'évitement seront recherchées et mises en œuvre comme :

La réalisation de tranchées drainantes et pointes filtrantes de part et d'autre de l'obstacle. Ces mesures sont particulièrement envisageables pour les aquifères superficiels,

La réalisation percements pour capter et réinfiltrer l'eau souterraine (type barbacanes).

Effets résiduels

Aucun effet résiduel n'est identifié.

Mesures de compensation aux effets résiduels

Dans le cas de pompages, qu'ils soient de fond de fouille ou de rabattement, ces derniers nécessiteront un système d'évacuation des eaux pompées vers le réseau d'évacuation des eaux pluviales (égouts). Les rejets des pompages effectués lors des travaux nécessiteront la prise de certaines précautions lorsque les rejets se font :

- dans le réseau pluvial communal : un accord avec les gestionnaires, sur les volumes acceptables et la qualité des eaux rejetées sera signé ;

- dans le milieu naturel : les rejets seront limités voire inexistants.

Mesures de suivi dans le temps

Un suivi des travaux par une maîtrise d'œuvre spécialisée garantira la qualité et le cohérence des mesures proposées en phase chantier tout en préservant la ressource en eau et la qualité des milieux naturels.

Toute personne intervenant sur le site et constatant une pollution pouvant nuire à la qualité des eaux ou autres facteurs environnementaux devra intervenir auprès des responsables pour faire cesser cette situation.

Le maître d'œuvre et les responsables d'entreprises devront également sensibiliser le personnel du chantier sur les risques que peuvent occasionner les travaux associés au projet. Une attention particulière devra être portée sur le risque de pollution des eaux souterraines.

Lors de la phase travaux, les visites régulières de chantier permettront de vérifier la bonne application par les entreprises des mesures de réduction des nuisances.

Un suivi des niveaux d'eau des plans d'eau sensibles des Parcs Georges Valbon et du Sausset sera mis en œuvre dès le démarrage des travaux du premier ouvrage. Ce suivi sera accompagné d'un suivi piézométrique sur la base de piézomètres positionnés à mi-distance entre les ouvrages les plus proches et les plans d'eau.

4.2.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

4.2.2.1 Impacts

Dès la phase de conception, l'ensemble des précautions constructives seront étudiées afin d'éviter des impacts permanents qui sont néanmoins évoqués ci-dessous.

L'aménagement projeté n'est pas d'une nature telle qu'il puisse avoir un impact négatif significatif sur le contexte hydrogéologique où il s'inscrit. La nature de l'ouvrage ne présente aucun risque de pollution particulier vis-à-vis de nappes recensées sur le secteur d'étude.

Le tunnel mis en place dispose d'un revêtement étanche posé au fur et à mesure du creusement. Le vide persistant entre la roche et la paroi extérieure du tunnel a été comblé au fur et à mesure de l'avancement du chantier. L'ouvrage est raccordé de façon étanche aux tympans des stations. Ces dispositifs d'étanchéité (revêtement, vide annulaire, tympan) rendront l'effet de drainage improbable en phase d'exploitation.

Le fonctionnement du métro en phase d'exploitation n'est pas susceptible d'engendrer des problèmes de pollution pouvant avoir un impact sur la qualité des eaux souterraines.

Seul l'effet barrage peut persister en phase exploitation.

4.2.2.2 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

De même qu'en phase chantier, en ce qui concerne les problématiques liées à l'hydrogéologie, les mesures d'évitement ne sont pas possibles. La réalisation du projet engendre la disparition partielle de strates géologiques et des interférences avec les eaux souterraines.

Mesures de réduction

La mesure majeure consiste à limiter l'effet barrage induit dans certaines zones par l'ouvrage souterrain sur l'écoulement des nappes d'eau souterraines. Les gares, les points d'attaque et de sortie du tunnelier, les puits d'aération et les sous-sections réalisées en tranchées ouvertes ou en tranchées couvertes, sont susceptibles de constituer des écrans locaux parfois très importants (profondeur des ouvrages parfois importante) à l'écoulement des nappes d'eau souterraines : il pourra être nécessaire de limiter cet effet barrage via la mise en œuvre de solutions de régulations des eaux souterraines.

Les études à mener en compléments de celles présentées dans le présent rapport sont les suivantes :

Etudes techniques :

- Etudes hydrogéologiques détaillées au niveau de chaque gare, chaque ouvrage et chaque section de tunnel,
- Détermination des caractéristiques locales des aquifères,
- Détermination précise de la géométrie de ces fondations spéciales (cote optimale d'ancrage des écrans étanches, configuration des fonds ou jupes injectés).

Etudes réglementaires :

Déclaration ou autorisation Loi sur l'eau (pompage de rabattement de nappe).

Effets résiduels

Aucun effet résiduel n'est identifié.

Mesures de compensation aux effets résiduels

Les mesures de compensation des effets résiduels ne sont pas définissables à ce stade de l'étude.

Mesures de suivi dans le temps

Une surveillance régulière des différents équipements du projet de métro, des stations et des équipements associés permettra de vérifier leur état global et leur fonctionnement. L'entretien de ces ouvrages devra être assuré régulièrement de manière à garantir le bon fonctionnement des dispositifs et de maintenir leur pérennité.

4.2.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

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,

- pour une gare de 60 m de long et de 40 de large, un mètre de paroi moulée supplémentaire représente 200 m², soit un coût de 100 000 euros HT,
- pour un puits d'aération du surface carrée de 20 de côté, un mètre de paroi moulée supplémentaire représente 80 m², soit un coût de 40 000 euros HT

Le m² de fond injecté : environ 400 € HT,

- Pour la gare ci-dessus, le fond injecté représente un coût de 960 000 euros HT (2400 m² de surface),
- Pour le puits ci-dessus, le fond injecté représente un coût de 160 000 euros HT (1600 m² de surface)

Forage d'injection : 1500 € HT / ml, un forage de 45 ml coûte environ 67 500 euros HT

Système de traitement au charbon actif pour traiter les COHV par exemple : environ 3500 € HT/ tonne permettent de traiter 50 à 150 kg de polluant en moyenne,

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.

4.2.4 Impacts cumulés

Les impacts identifiés en phase chantier sont supérieurs à ceux persistant en phase d'exploitation : Pour l'essentiel, une fois l'infrastructure en place, seul persiste l'effet barrage.

La modélisation du secteur de la Plaine de France a beaucoup apporté sur ce point. Elle a permis de faire les constats suivants :

- La mise en œuvre de parois moulées à haute performance permet de réduire l'aire géographique d'influence des effets hydrogéologiques à une zone restreinte autour de chaque ouvrage, de l'ordre de quelques centaines de mètres au maximum, dans les conditions de modélisation.
- Pour qu'il y ait effet cumulé, il faut que les aires d'influence hydrogéologiques d'autres projets interfèrent avec celle du projet objet du présent rapport.
- En dehors des sections des lignes 15 et 17 du Grand Paris Express, il n'y a pas de projet ayant une aire d'influence susceptible d'interférer :
  - Pour la ligne 15 : section Saint-Denis-Pleyel – Bobigny-Drancy de la ligne orange et gares de Stade de France, Mairie d'Aubervilliers, Bobigny-Drancy.
  - Pour la ligne 17 : section Le Bourget RER – Le Bourget Aéroport.

Les mesures prises pour réduire les effets de rabattements de nappes permettent de réduire fortement les effets cumulés qui y sont liés.

Les interférences entre rabattements d'ouvrages voisins sont réduites de manière significative. La précision de l'échelle de travail ne permet pas de dire qu'elles sont annulées.

Ainsi, la gestion du planning de réalisation des ouvrages sensibles que sont les gares de La Courneuve, du Bourget RER et des puits situés entre les gares de La Courneuve et du Blanc Mesnil, d'une part, et entre les gares d'Aulnay et de Sevran Beaudottes d'autre part, devra être menée finement.

Il s'agit de d'obtenir le plus tôt possible des boites peu perméables pour réaliser les travaux ensuite. Une fois ces boites mises en place, un suivi devra permettra de vérifier la réduction des interférences entre rabattements.

4.2.5 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

L'ensemble des impacts rencontrés au droit du projet sont synthétisés sur les coupes géologiques présentées sur les **Figures 4.2-14 à 21.**

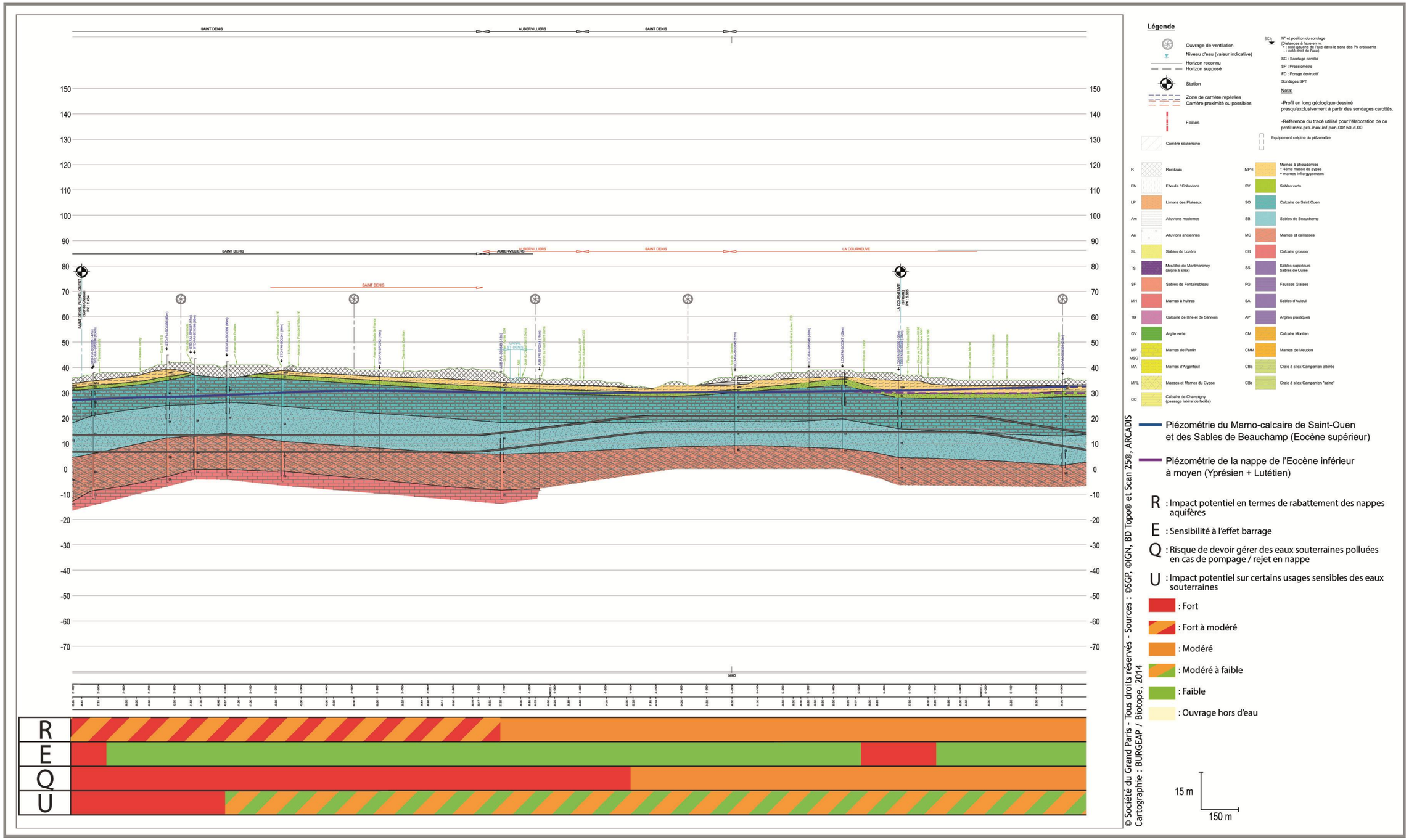


Figure 4.2-15 : Synthèse des impacts et sensibilités au droit du projet – Planche 1

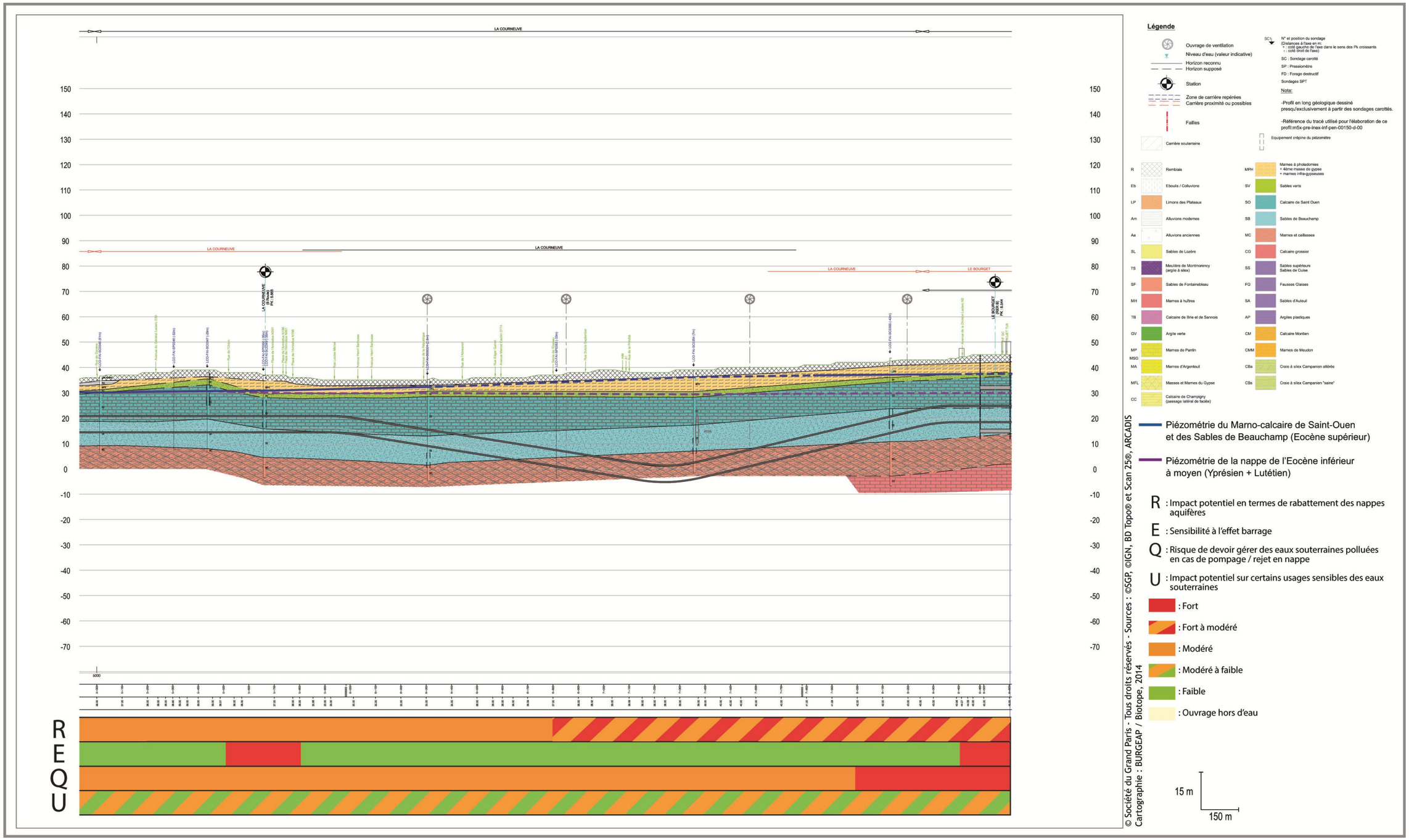


Figure 4.2-16 : Synthèse des impacts et sensibilités au droit du projet – Planche 2

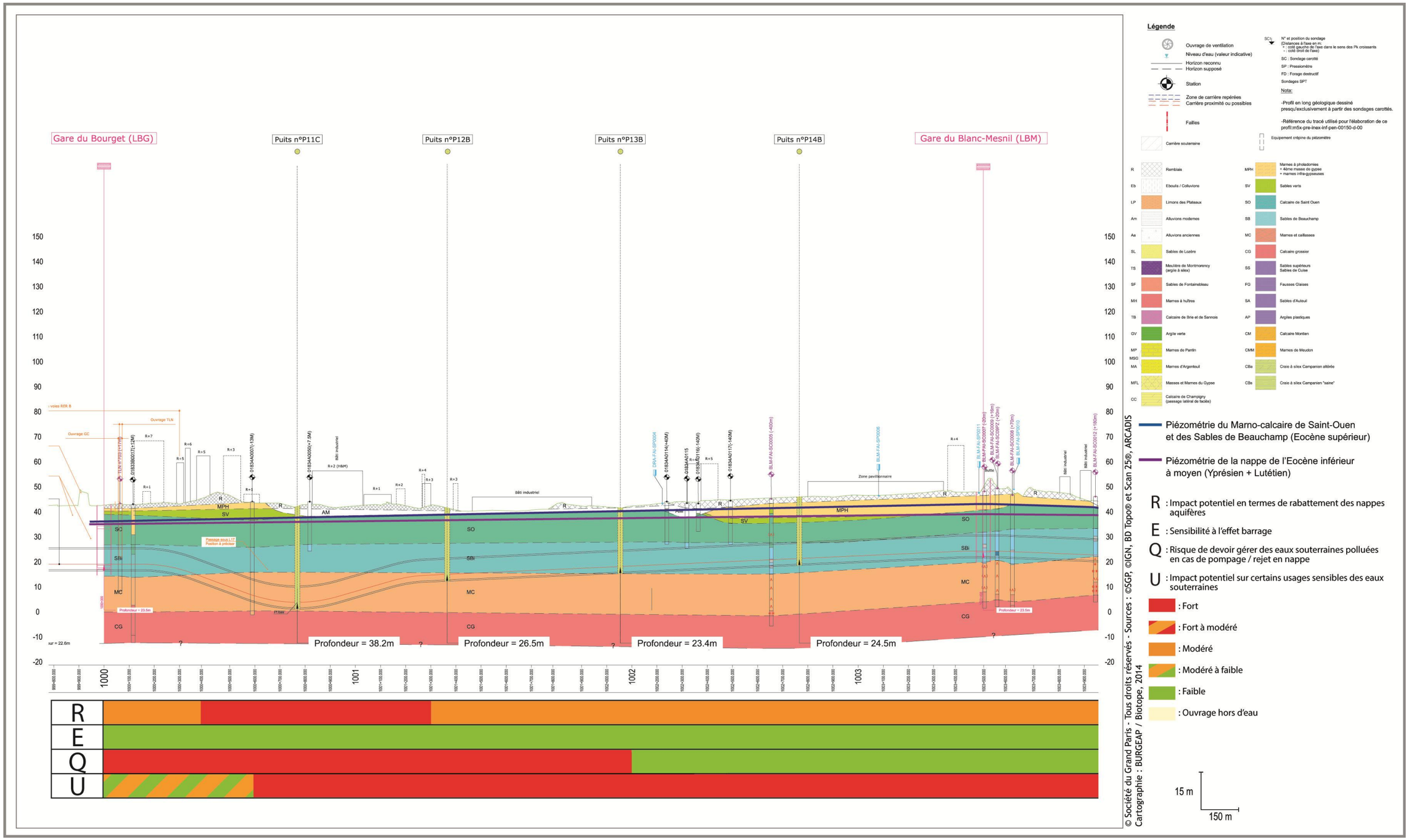


Figure 4.2-17 : Synthèse des impacts et sensibilités au droit du projet – Planche 3

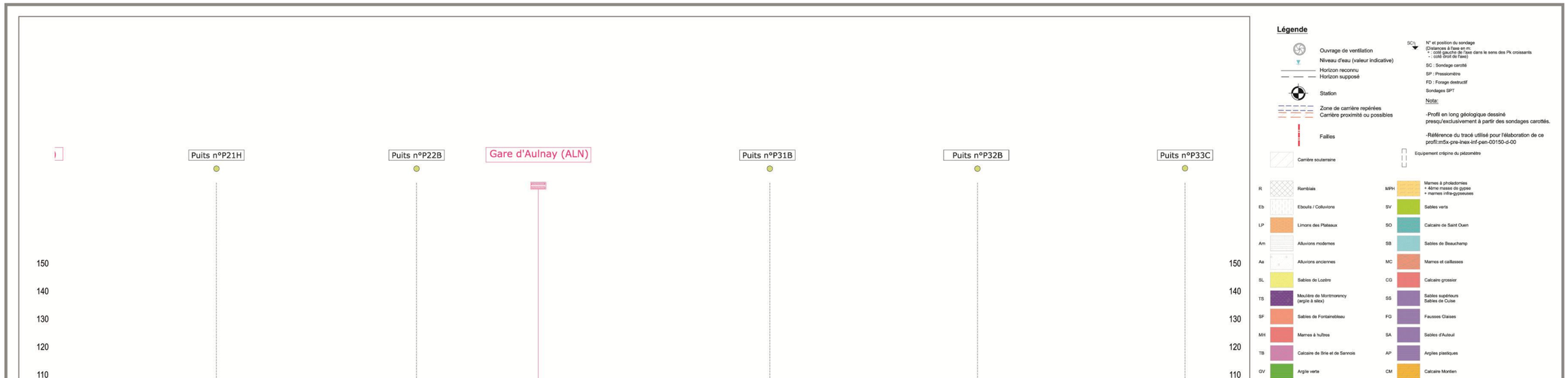


Figure 4.2-18 : Synthèse des impacts et sensibilités au droit du projet – Planche 4

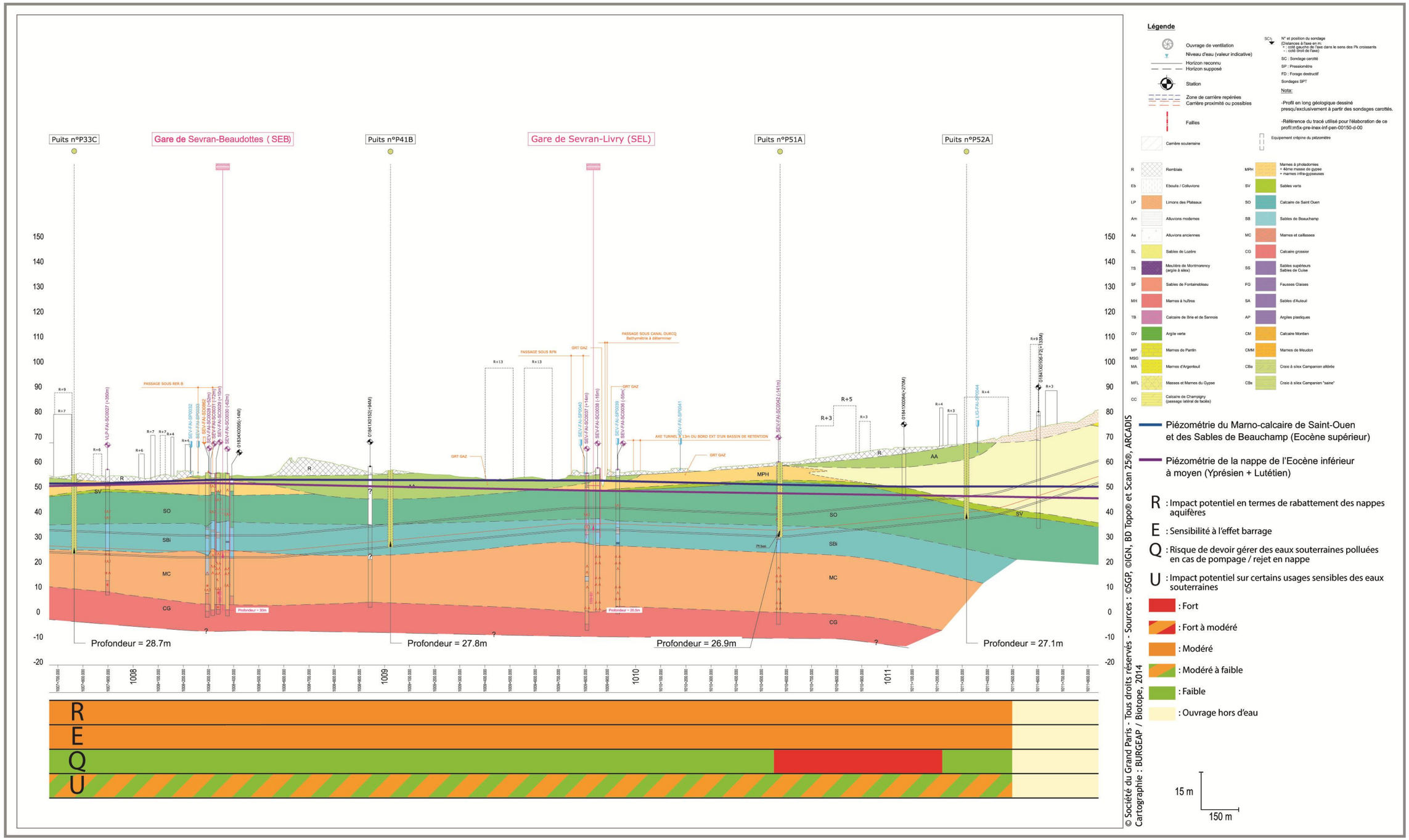


Figure 4.2-19 : Synthèse des impacts et sensibilités au droit du projet – Planche 5

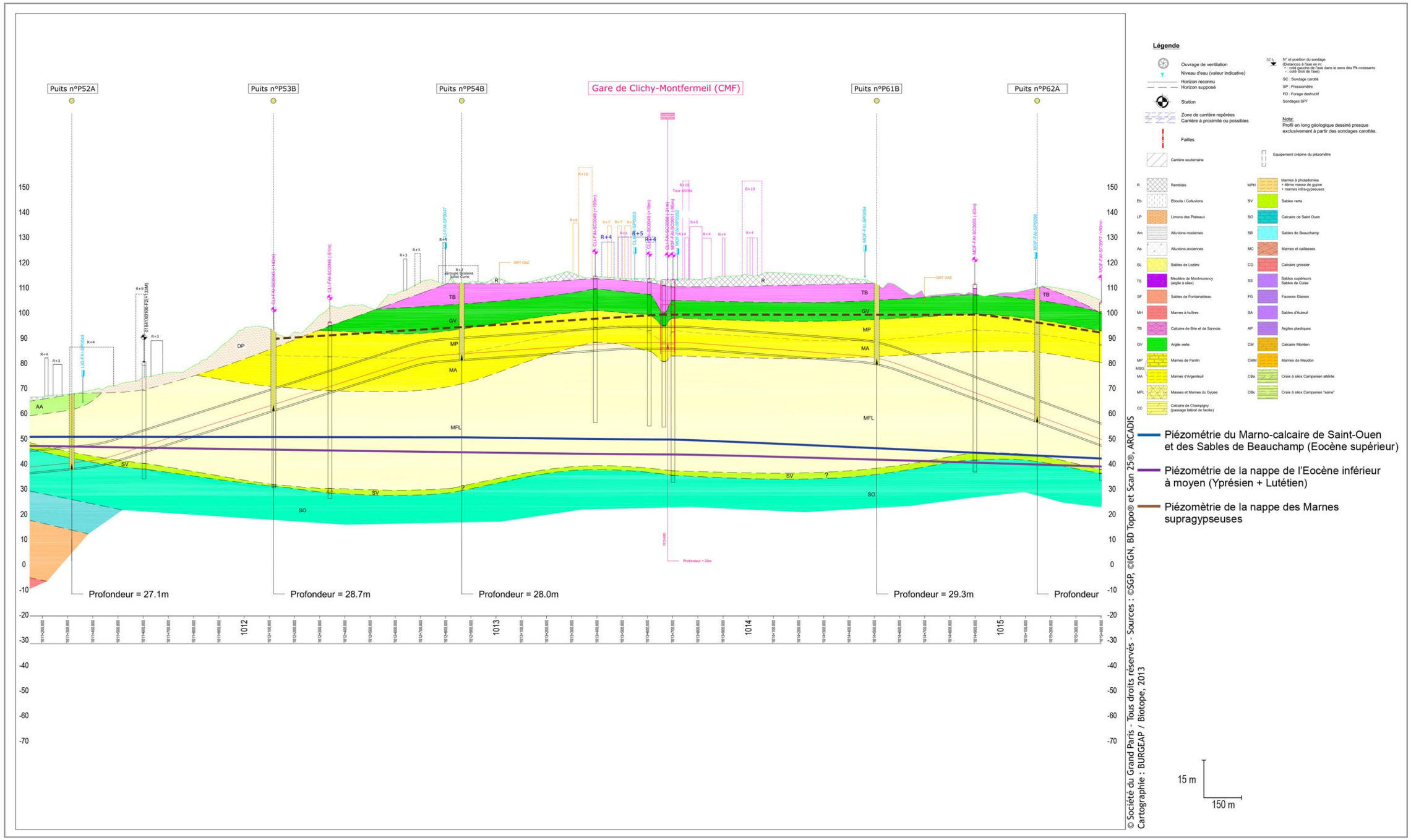


Figure 4.2-20 : Synthèse des impacts et sensibilités au droit du projet – Planche 6

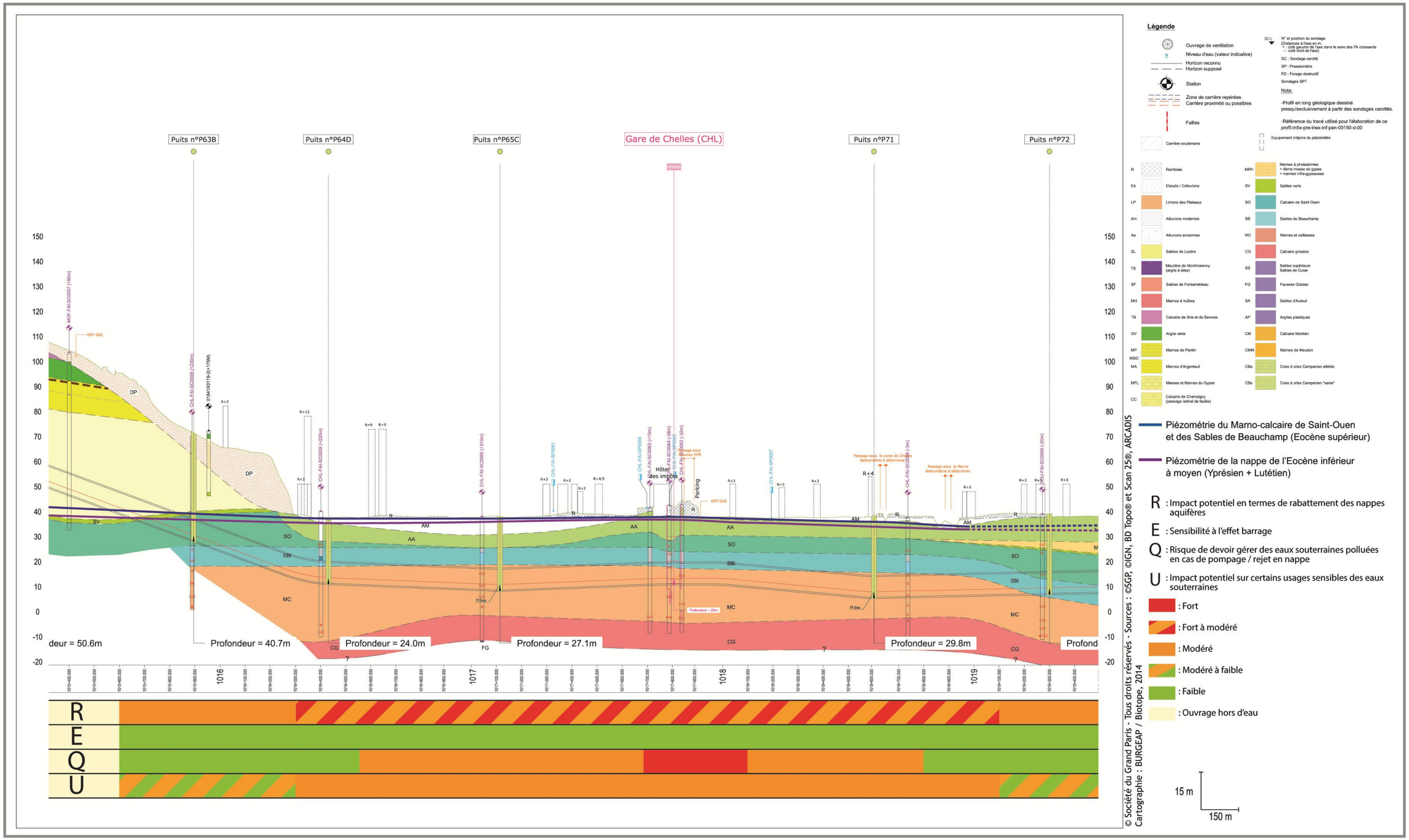


Figure 4.2-21 : Synthèse des impacts et sensibilités au droit du projet – Planche 7

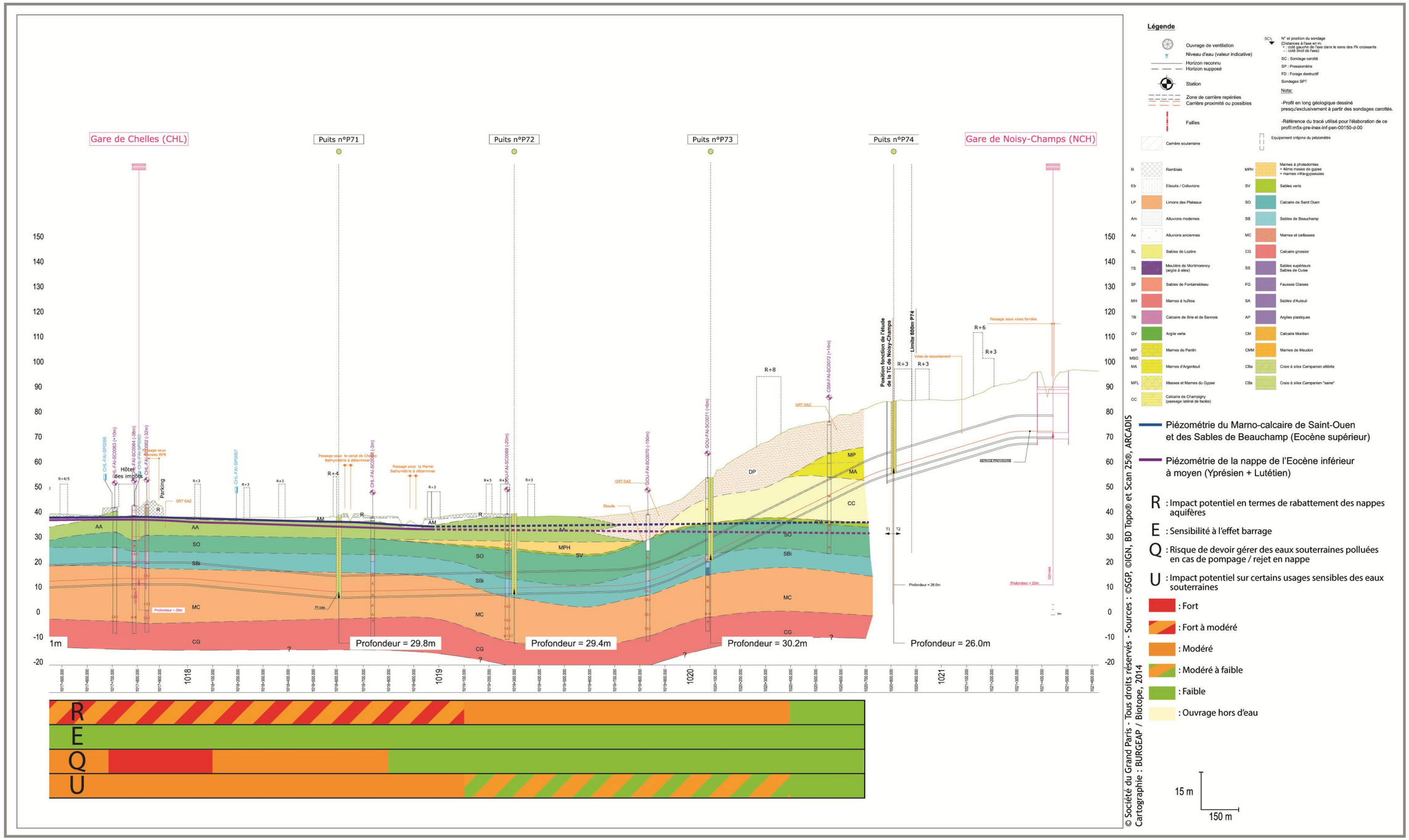


Figure 4.2-22 : Synthèse des impacts et sensibilités au droit du projet – Planche 8

4.3 Occupation du sous-sol

Préambule

Les ouvrages et fondations souterrains sont les vraies cibles des désordres potentiels engendrés sur le sous-sol par la construction du projet et son exploitation.

En effet, lorsque le tunnelier conduit à l'effondrement de cavités souterraines, ou que les vibrations ou un abaissement de la piézométrie entrainent des tassements différentiels, les dégâts sont visibles sur les ouvrages et fondations souterrains.

Cette partie constitue donc une sorte de synthèse des impacts et des mesures des parties précédentes de ce chapitre dédié au sous-sol.

De ce fait, le maître d'ouvrage et ses partenaires travaillent avec l'objectif majeur de zéro dégât. Concrètement, cela signifie que le projet a pour objectif :

- Zéro fissure ;
- Zéro dégradation ;
- Zéro affaissement ;
- Zéro destruction accidentelle.

4.3.1 Impacts et mesures en phase chantier

4.3.1.1 Impacts directs

Description des impacts

Les impacts directs se définissent comme des atteintes à l'intégrité physique des ouvrages et fondations dues aux travaux de construction du projet.

Ces atteintes ont plusieurs origines possibles :

- Dégradation de la géologie en place par dissolution (gypse) ou atteintes à des cavités existantes,
- Mouvement de la géologie en place (tassement différentiel ou gonflement) suite à un abaissement (montée) de la piézométrie ou à la rupture de paroi ou pilier de cavité.

L'analyse ci-dessous est construite sur les différents types d'ouvrages et associe les aspects réglementaires (servitudes).

Impacts concernant les canalisations de transport de pétrole

Une canalisation de transport d'hydrocarbures (TRAPIL) est identifiée à Aubervilliers, sur le linéaire compris entre la gare de Saint-Denis-Pleyel et celle de La Courneuve Six-Routes.

La canalisation est située à une altitude d'environ 35m NGF. Au droit de celle-ci, le toit du tunnel est à l'altitude de 18m NGF, d'où une **distance de 17m entre les deux ouvrages**.

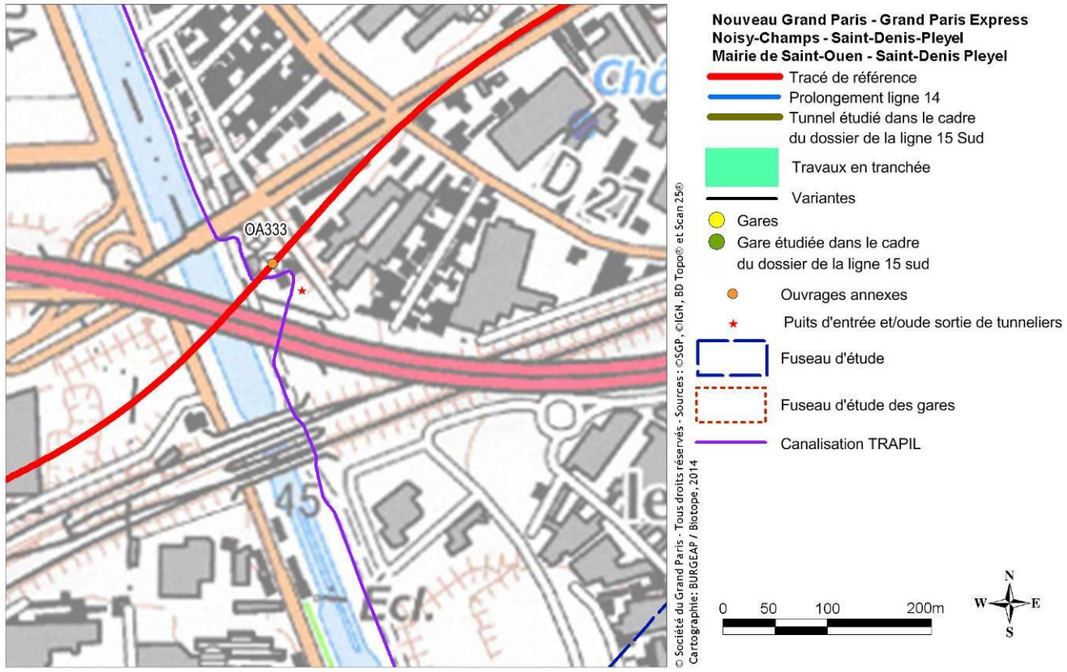


Figure 4.3-1 : Canalisation TRAPIL aux abords immédiat du puits d'attaque tunnelier d'Aubervilliers

Aucun impact vis-à-vis du tunnel n'est identifié.

Cependant, la canalisation TRAPIL est située aux abords du puits tunnelier et dont d'une potentielle base chantier permettant le montage du tunnelier. Aussi, il est probable que l'emprise du puits d'attaque (emprises de chantier) interfère avec la canalisation.

Une servitude s'applique à ce réseau TRAPIL (servitude I1 bis), servitude relative à la construction et à l'exploitation de pipelines par la société d'économie mixte des transports pétroliers par pipelines (TRAPIL).

En l'état, la réalisation d'un ouvrage dans une bande de 10m de part et d'autre de la canalisation TRAPIL est interdite s'il s'agit d'un projet d'IGH (Immeuble de Grande Hauteur) et d'ERP (Etablissement Recevant du Public).

Tableau 4.3-1 : Servitudes liées au réseau TRAPIL (PLU d'Aubervilliers)

Caractéristiques	***Zones justifiant des restrictions en matière de développement de l'urbanisation***		***Zone justifiant vigilance et information***
	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 20''	10 m	215 m	275 m

Ces distances s'entendent de part et d'autre de l'axe de la canalisation

Impacts concernant les canalisations de transport de gaz

L'analyse vis-à-vis des réseaux GRT Gaz est réalisée pour les 19 points d'interception avec le tracé de référence.

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 n'est pas nul. Il est :

- fort si la canalisation est localisée au droit de l'ouvrage superficiel ;
- moyen à faible si la canalisation est localisée sous une voirie limitrophe à l'ouvrage superficiel et donc en interaction possible avec la future base chantier à définir ;
- nul si l'éloignement est plus important que 50m.

Trois ouvrages superficiels sont directement concernées par le passage de canalisations GRT Gaz Haute Pression.

- Les 2 figures suivantes présentent les zones gares impactant une canalisation GRT Gaz (gare d'Aulnay et de Sevran-Livry).
- Le troisième ouvrage concernée par une canalisation GRT Gaz est un puits de ventilation (P63 sur la commune de Chelles). La canalisation GRT Gaz passe au droit de ce qui semble être la voie d'accès au chantier de l'ouvrage.

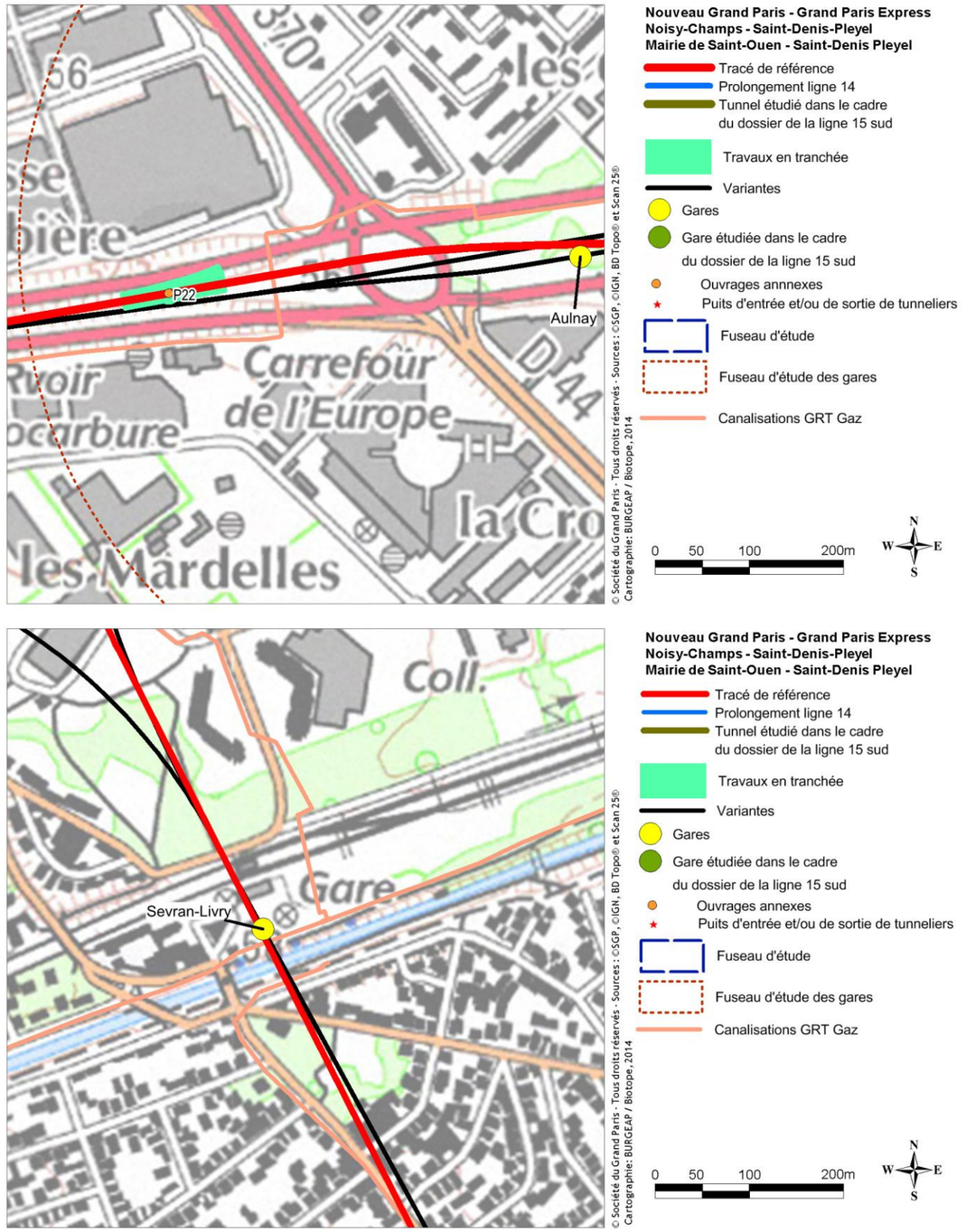


Figure 4.3-2 : Canalisations GRT Gaz au droit de l'emprise chantier de la gare d'Aulnay en haut et de la gare de Sevran-Livry en bas

Tableau 4.3-2 : Points d'intersection du réseau GRT Gaz avec le projet

Identifiant canalisation	***Niveau du TN au droit de la canalisation (en m NGF) –*** *profil en long*	***Altitude de la canalisation (en m NGF)*** *(Pris approximativement à 2m sous le TN)*	***Altitude de l'ouvrage superficiel (m NGF)*** *Approximative* *Profil en long*	***Ecart entre l'ouvrage et la canalisation (m)***	***Localisation par rapport aux bases chantiers***	***Niveau d'impact potentiel***
1 – Saint-Denis – A1	40m NGF	38m NGF	18m NGF	20m	La canalisation de gaz n'est localisée à proximité d'aucun ouvrage du projet. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc nuls.	Nul
2 - Saint-Denis – Sud Stade de France	40m NGF	38m NGF	15m NGF	23m	La canalisation de gaz est localisée à proximité du puits d'attaque tunnelier de Saint-Denis (puits d'attaque de la Ligne 14 Nord). Le puits d'attaque étant implanté au Sud du tracé de référence des Ligne 16 et 17, et la conduite GRT Gaz au Nord, l'impact est jugé faible. En effet, la distance est de plus 25m entre le puits d'attaque et la canalisation.	Faible
3 - Aubervilliers – Canal Saint-Denis	40m NGF	38m NGF	18m NGF	20m	La canalisation de gaz est localisée à proximité du puits d'attaque tunnelier d'Aubervilliers (et de son emprise chantier qui reste à être définie). Le puits d'attaque étant implanté en bordure de la voirie, sous laquelle la conduite GRT Gaz passe, l'impact est jugé moyen. En effet, l'activité aux abords des puits d'attaque est importante et la distance est réduit à 10m entre le puits d'attaque et la canalisation.	Moyen
4 – Saint-Denis/La Courneuve – Rue du Maréchal Lyautey	34 m NGF	32m NGF	20m NGF	12m	La canalisation de gaz n'est localisée à proximité d'aucun ouvrage du projet (puits de ventilation le plus proche à 150m) Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc nuls.	Nul
5 – Le Bourget – N2	49m NGF	48m NGF	26m NGF	12m	Cette canalisation est implantée au droit de la RN2, à une centaine de mètres à l'Ouest de la gare « Le Bourget RER ». Les impacts potentiels liés à ce chantier sont nuls, car la conduite de gaz n'interfère pas avec la réalisation de la gare.	Nul
6- Le Blanc-Mesnil – A3	48m NGF	40m NGF	29m NGF	11m	Un puits d'aération au sein du diffuseur entre A3 et RN2, et donc ses emprises chantiers associées également. Cet ouvrage n'interfère pas avec la canalisation positionné au Sud de l'échangeur. (distante d'environ 40m). Les impacts potentiels liés à ce chantier sont ainsi faibles.	Faible
7 – Aulnay-sous-Bois – Rue Paul Cézanne	53m NGF	52m NGF	42m NGF	10m	Une canalisation de gaz est localisée à l'ouest du carrefour de l'Europe ainsi que le long de la RN2, aux abords de l'ouvrage de débranchement du SMR Nord, et donc de sa base chantier associée à définir (à environ 25m de l'ouvrage de débranchement). De plus, cet ouvrage comprend également un puits d'attaque pour le tunnelier qui mutera en puits de ventilation en phase d'exploitation P22). Les impacts potentiels liés à ce chantier sont forts en fonction des emprises de la future base chantier associée à la réalisation de ces ouvrages.	Moyen
8 - Aulnay-sous-Bois – Rue du docteur Fleming	56m NGF	54m NGF	37m NGF	17m	La canalisation de gaz passe sous l'avenue de Savigny et la rue Claude Debussy, à **proximité immédiate** de l'emprise chantier du puits de ventilation P32. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont forts car le puits	Fort

					est positionné à 5m de la canalisation.	
9 - Sevran - Avenue du Marché	54m NGF	51m NGF	40m NGF	11m	La canalisation de gaz n'est localisée à proximité d'aucun ouvrage du projet. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc nuls.	Nul
10 – Sevran – Nord du canal de l'Ourcq	57m NGF	52m NGF	42m NGF	10m	Ces canalisations sont localisées **au droit de la gare de Sevran-**Livry (et de sa base chantier associée à définir), au nord du Canal de l'Ourcq pour la 10 qui est plus proche de l'emprise de l'émergence gare, au sud pour la 11. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc forts. Des précautions seront à mettre en œuvre en phase chantier vis-à-vis de la présence de la canalisation.	Fort
11 – Sevran – Sud du canal de l'Ourcq	57m NGF	52m NGF	42m NGF	10m		
12 – Sevran – Avenue de Livry	59m NGF	57m NGF	41m NGF	16m	La canalisation GRT Gaz est située le long de l'avenue de Livry, en approche du puits de ventilation P51 et de sa base chantier associées. Une distance d'environ 25m sépare la canalisation de l'ouvrage superficiel. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont faibles.	Faible
13 – Clichy-sous-Bois – Chemin de la Tournelle	113m NGF	111m NGF	80m NGF	29m	La canalisation GRT Gaz est éloigné de l'ouvrage annexe P54. A priori, aucune interaction n'est pressentie.	Nul
14 – Montfermeil – Boulevard de l'Europe	110m NGF	108m NGF	85m NGF	23m	La canalisation GRT Gaz est située, au niveau de l'avenue Jean Jaurès et du boulevard de l'Europe. Les emprises du puits de ventilation P61 sont positionnées au Nord de l'Avenue Jean Jaurès et il et donc peu probable que l'emprise chantier du puits n'interfère avec l'infrastructure routière. L'impact potentiel apparaît faible	Faible
15 – Montfermeil – Chemin du Clos Roger	107m NGF	105m NGF	55m NGF	50m	La canalisation est située en dehors de toute zone de chantier concernant les ouvrages annexes.	Nul
16 – Chelles - Chemin de la peau Grasse	76m NGF	74m NGF	47m NGF	27m	La canalisation de gaz est localisée au droit d'un puits de ventilation (P63) et de sa base chantier associée. L'impact est fort.	Fort
17 – Chelles – Sud de la voie ferrée	44m NGF	42m NGF	15m NGF	27m	La canalisation de gaz est localisée à 70m de la gare de Chelles. La voie ferrée se dresse entre la canalisation et l'emprise chantier de la gare. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc nuls	Nul
18 – Gournay-sur-Marne - Avenue Aristode Briand	44m NGF	42m NGF	28m NGF	14m	La canalisation de gaz n'est localisée à proximité d'aucun ouvrage du projet. Les impacts potentiels liés à ce chantier sont donc nuls.	Nul
19 – Noisy-Champs	79m NGF	77m NGF	60m NGF	17m	La canalisation de gaz est localisée à environ 100m du puits d'attaque tunnelier de Noisy-Champs. L'impact est nul.	Nul

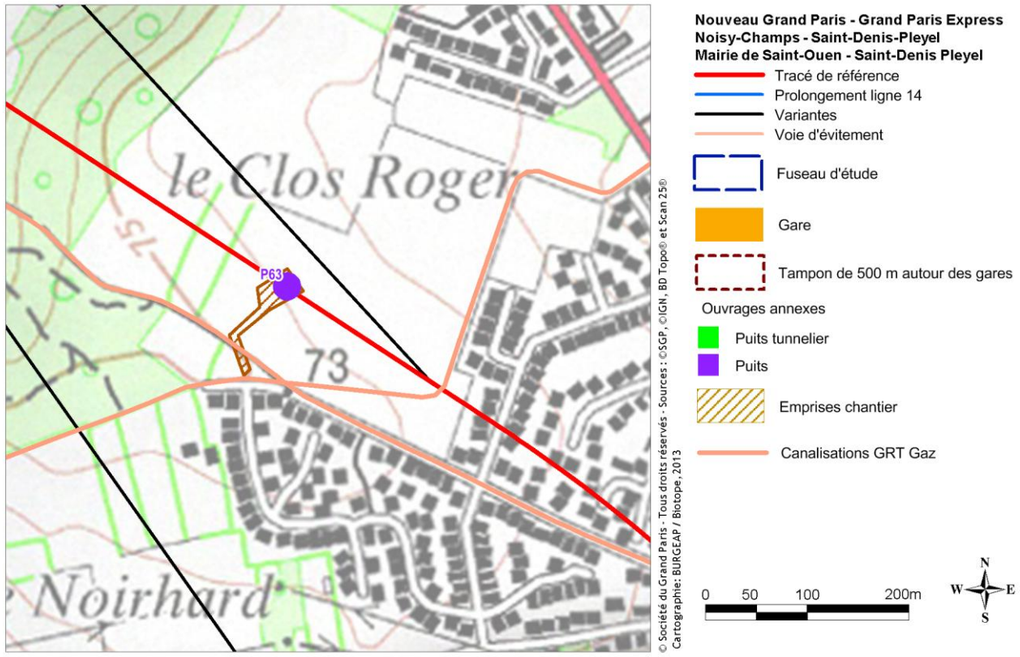


Figure 4.3-3 : Canalisations GRT Gaz au droit de l'emprise chantier de la gare du puits de ventilation P63

Impacts concernant les grands collecteurs et les réseaux d'assainissement

Les réseaux du SIAAP sont éloignés des ouvrages superficiels, ce qui limite les interactions vis-à-vis du projet aux aspects souterrains.

L'écart de profondeur de chaque interaction du réseau SIAAP au droit du tunnel est caractérisé dans le tableau ci-après.

Tableau 4.3-3 : Caractéristiques des ouvrages SIAAP interceptés par le tracé de référence (source : Société du Grand Paris)

Désignation	*Niveau du TN (m NGF)*	*Profondeur/ TN (m)*	*Altitude de la canalisation (m NGF)*	*Altitude du toit du tunnel (m NGF)*	*Ecart entre le toit du tunnel et la canalisation (m)*
SIAAP - CDN	40	//	//	16	//
SIAAP - DPLB	37	//	//	19	//
SIAAP - PLB	37	//	//	24	//
SIAAP - ANT B	43,5	13,5	30 à 33 m NGF	27	**Ecart de 3 à 6 m**

// Information non disponible

Impacts concernant les cours d'eau canalisés en collecteurs

La figure ci-dessous représente les cours d'eau canalisés rencontrés au droit du projet.

La Morée

Le projet interfère avec la Morée au niveau de la limite communale entre Le Blanc-Mesnil et Aulnay-sous-Bois ainsi qu'au Nord de la gare de Sevran-Livry.

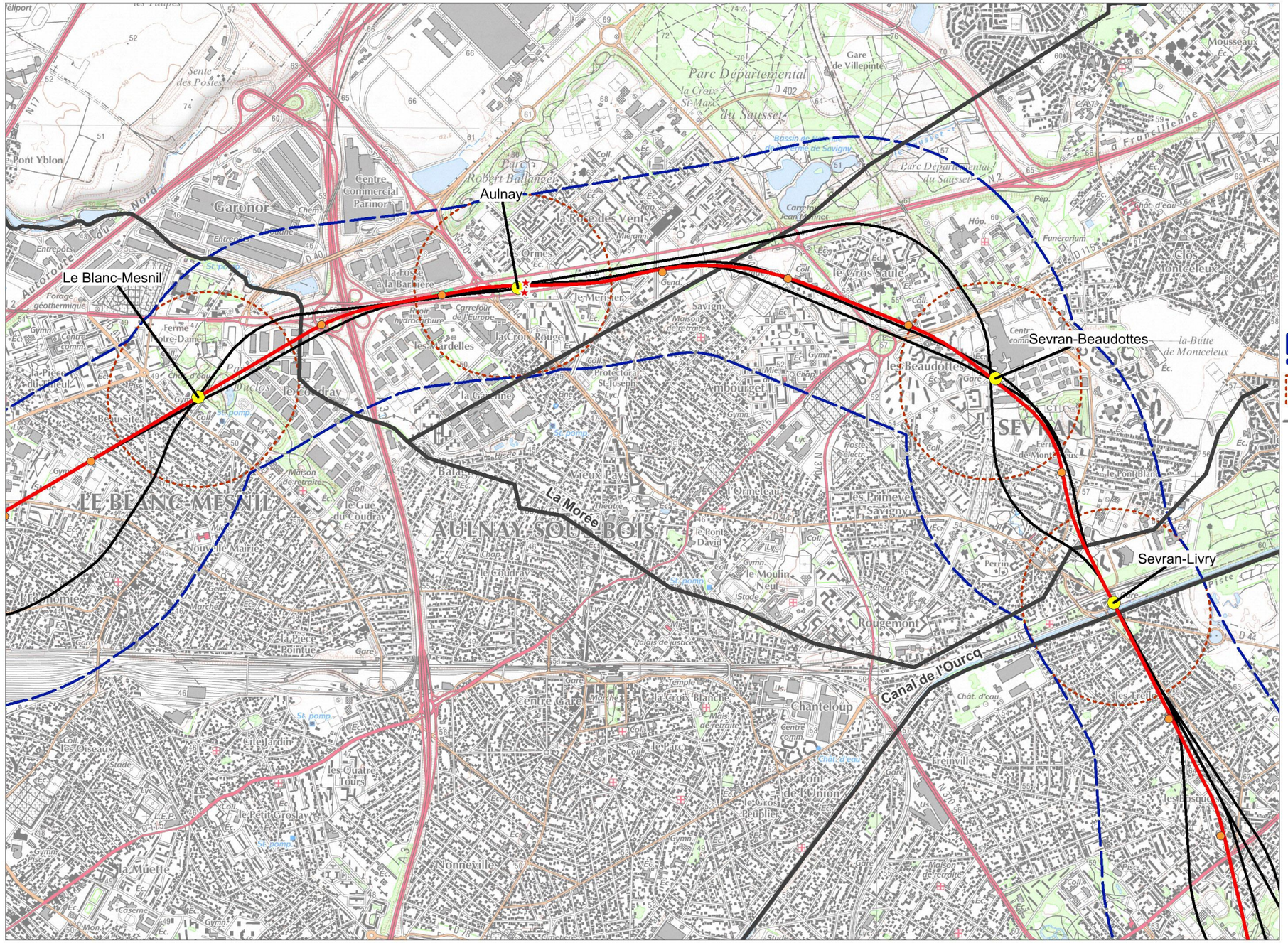
L'altitude de la canalisation de la Morée est d'environ 40m NGF, à 10m de profondeur sous le terrain naturel. Le toit du tunnel est à environ 10m au-dessous de la canalisation de la Morée.

Par ailleurs, entre les gare du Blanc Mesnil et d'Aulnay, la canalisation est localisée en proximité du puits de ventilation P21. Toutefois, les interactions entre la canalisation de la Morée et le projet semblent faibles car le puits est inséré au sein même du diffuseur A3-RN2 et la zone de travaux associée au puits n'interférera pas avec la Morée.

La seconde interception se fait au nord de la gare de Sevran-Livry. La profondeur du tunnel permet d'éviter les interactions potentielles avec la canalisation d'eau.

Le Sausset

La canalisation n'intercepte aucun ouvrage hormis le tunnel. La profondeur de celui-ci permet d'éviter les interactions potentielles avec la canalisation d'eau.



Nouveau Grand Paris - Grand Paris Express
Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel
Mairie de Saint-Ouen - Saint-Denis Pleyel

- Tracé de référence
- Prolongement ligne 14
- Tunnel étudié dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Travaux en tranchée
- Variantes
- Gares
- Gare étudiée dans le cadre du dossier de la ligne 15 sud
- Ouvrages annexes
- Puits d'entrée et/ou de sortie de tunneliers
- Fuseau d'étude
- Fuseau d'étude des gares
- Cours d'eau canalisés

Figure 4.3-4 : Cours d'eau canalisés en collecteur au droit du projet

Impacts concernant les infrastructures de transport souterraines

Les impacts éventuels sont la dégradation des infrastructures par déformation des couches géologiques due aux méthodes constructives.

Tableau 4.3-4 : Caractéristiques des infrastructures de transport interceptées par le tracé de référence (source : Société du Grand Paris)

Infrastructure concernée	*Nom de référence au sein des figures*	*Niveau du TN au droit de l'infra. (en m NGF)*	*Profondeur de l'infra. par rapport au TN (en m)*	*Altitude de l'infra. (en m NGF)*	*Altitude du toit du tunnel(m NGF)*	*Ecart entre le toit du tunnel et la canalisation (m)*
Métro ligne 13	Métro 13 – Rue Docteur Finot	35	13	22	15	**7**
Autoroute A1	A1 – Avenue François Mitterrand	39	11	28	14	14
Autoroute A1	Au droit de la ligne 14	39	11	28	5	23
A86 (Piliers)	A86 (Est Canal Saint-Denis à hauteur de l'ouvrage 333)	35,8	5	Environ 30	18	12
RER B	RER B – Sevran Beaudottes	55	10	45[2]	42	**3**

Métro ligne 13

Cette ligne de métro est souterraine et se situe à une cote de 22m NGF au niveau de la Rue du Docteur Finot à Saint-Ouen.

Le toit du tunnel du projet est implanté à **7m** sous la base de la ligne de métro 13.

En deçà de 10m, les impacts potentiels sur les infrastructures existantes sont à considérer.

Autoroute A1

Les fondations de l'infrastructure s'étendent jusqu'à 28m NGF.

Le toit du tunnel du projet (Lignes 16 et 17) est implanté à 14m NGF, soit un **écart de 14m** entre les deux ouvrages.

Le toit du tunnel du projet (Ligne 14) est implanté à 5m NGF, soit un **écart de 23m** entre les deux ouvrages.

Autoroute A86 en viaduc

L'une des fondations du viaduc de l'A86 s'implante à une altitude de 30m NGF.

Le toit du tunnel est relativement proche, à environ **12m de distance** de ladite fondation.

RER B à proximité de la gare de Sevran-Beaudottes

Le tracé de référence intercepte le RER B dans sa portion souterraine au niveau de la gare de Sevran-Beaudottes.

Au droit de l'intersection, la fondation du RER B se situe à la cote de 45m NGF. Le toit du tunnel de du projet (Ligne 16) se situe à la cote de 42m NGF, soit un **écart d'environ 3m** entre les deux ouvrages.

L'écart horizontal entre la paroi moulée de la gare de Sevran-Beaudottes et l'infrastructure du RER B existante est aussi très faible, de quelques mètres, comme le montre la coupe de principe ci-après issue des études préliminaires complémentaires d'octobre 2013.

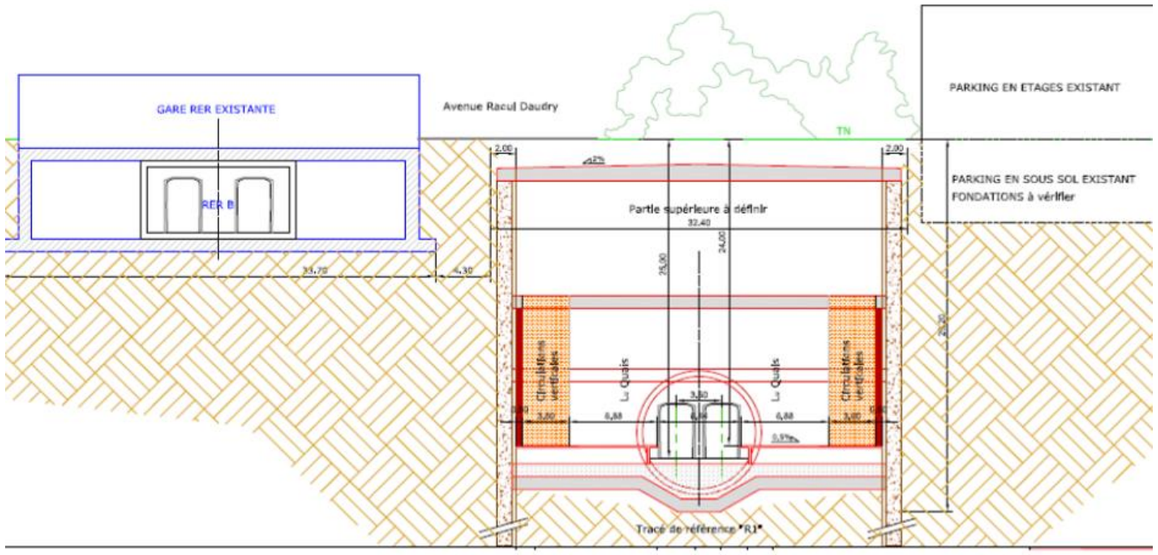


Figure 4.3-5 : Principe d'insertion de la gare de Sevran-Beaudottes - Etudes préliminaires complémentaires – Interfaces avec les ouvrages RFN-SNCF

L'impact de la mise en œuvre de la gare de Sevran-Beaudottes est fort sur les structures du RER B existantes.

[2] *Cote NGF mise à jour par rapport au rapport 1/3*

Impacts sur les 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.

4.3.1.2 Impacts indirects

Impacts indirects concernant les canalisations et ouvrages souterrains

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 - Emanations 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.

Tableau 4.3-5 : Effets indirects potentiels selon la nature des ouvrages

Effets indirects	*Canalisation de gaz*	*Canalisation de pétrole*	*Grands collecteurs d'assainissement*	*Cours d'eau canalisés en collecteurs*	*Infrastructures de transport*
1			**X**	**X**	
2	**X**	**X**			
3		**X**			
4			**X**	**X**	
5	**X**	**X**			

Certains impacts sur les réseaux et ouvrages souterrains peuvent se cumuler par une relation de cause à effet, la déstabilisation d'un ouvrage pouvant impliquer par exemple sa destruction à moyen et long terme.

Les atteintes directes aux fondations sont évitées par le positionnement de l'infrastructure et son adaptation à l'existant, en particulier pour la connexion des gares au niveau des correspondances.

Impacts indirects sur les fondations des bâtiments

Les impacts indirects correspondent à de la déstabilisation des sols (donc des fondations) engendrée par les travaux et engendrant :

- Un affaiblissement des propriétés mécaniques des roches en place par fissuration ou dénoiement résultant des travaux de mise en place des ouvrages ;
- Une propagation de vibrations engendrant la fragilisation des roches en place, souvent déjà fragilisées par des actions antérieures : exploitation d'anciennes carrières, dissolution du gypse.

La déstabilisation des sols engendre des dommages à l'ouvrage ou au bâtiment :

- Des fissurations si le mouvement de sol est de faible ampleur ;
- Des cassures, voire l'effondrement, si le mouvement de sol est plus significatif.

Ces dommages sont très difficilement réparables et doivent être considérés comme irréversibles. En effet, ils sont peu accessibles car souterrains à une profondeur parfois importante. De plus la fissuration ou la cassure d'un béton qui serait rebouchée par un béton ou un enduit constitue une fragilité dans la structure de l'ouvrage.

Le remplacement des ouvrages détruit est une opération très compliquée, aussi complexe que le mise en place de l'infrastructure.

4.3.1.3 Impacts cumulés

Des impacts cumulés sur les infrastructures de transport sont identifiés vis-à-vis de :

- La Ligne 14 (section comprise dans l'étude du projet : Mairie de Saint-Ouen-arrière gare Saint-Denis-Pleyel) ;
- La future Ligne 15 sous gestion du STIF entre les gares de Saint-Denis-Pleyel et de Champigny Centre.

L'intersection du projet avec la Ligne 15 se fera au sud du Stade de France de Saint-Denis. L'extrait de la coupe de la Ligne 14 (section comprise dans l'étude du projet) illustre la proximité entre les deux tunnels.

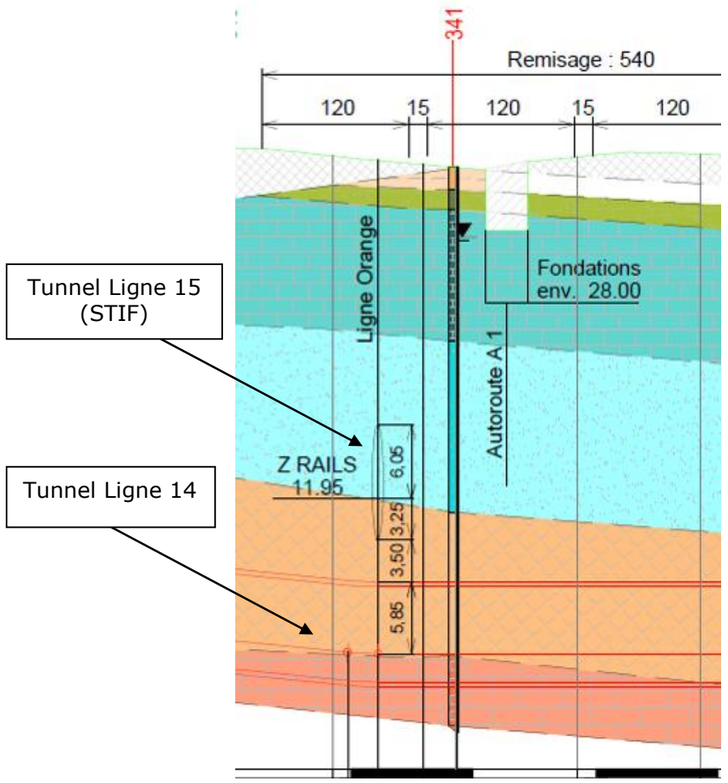


Figure 4.3-6 : Extrait de la coupe de la Ligne 14 – Intersection avec la Ligne 15 du STIF (ou ligne Orange)

4.3.1.4 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

- **Ajustement du profil en long de l'infrastructure**

L'occupation du sous-sol est un des critères de base de l'établissement du profil en long de l'ouvrage.

La Société du Grand Paris, en tant que maître d'ouvrage, a l'obligation, au stade de l'élaboration du projet, de consulter le guichet unique www.reseaux-et-canalisations.gouv.fr rassemblant les éléments nécessaires à l'identification des exploitants des réseaux souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution (art. R. 554-20 du code de l'environnement).

Pour de nombreux ouvrages souterrains et fondations, le maître d'ouvrage a choisi de s'éloigner suffisamment pour éviter toute interaction prévisible.

D'une manière générale, l'occupation du sous-sol actuelle de la zone de projet est suffisamment dense pour interdire le passage du tunnel dans les 10 premiers mètres de sous-sol, sauf exception.

Cette interdiction de fait résulte à la fois de contraintes réglementaires de types servitudes, de contraintes normatives et de contraintes techniques.

Pour l'essentiel, les canalisations GRT Gaz et TRAPIL sont 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.

- **Mise en place de parois moulées à rôle structurel**

Ces parois moulées permettent l'isolement de la zone de travail et donc d'éviter des atteintes aux ouvrages et fondations.

Leur rôle structurel améliore fortement la performance des parois moulées dans leur rôle d'écran et permet d'éviter des impacts.

En rendant insignifiants les impacts sur la piézométrie, les parois moulées permettent d'éviter les impacts liés aux tassements différentiels induits par le dénoiement.

De même, en limitant la propagation des vibrations produites à l'intérieur de la boite, les parois moulées permettent d'éviter les impacts dus aux vibrations au-delà d'une distance dépendant de la conception de chaque paroi moulée.

Mesures de réduction

- **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.

Le dévoiement de réseaux, en dehors des boucles locales de faible capacité, n'est pas prévu dans le projet.

- **Etudes géotechniques approfondies 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 G11 de reconnaissance générale et de caractérisation géotechnique des strates géologiques a été réalisée en 2012/2013.

Les missions suivantes, G12 et G2 en phase conception, sont en cours de réalisation, et/ou à lancer.

Ces études géotechniques avancées, qui seront nécessairement réalisées dans les phase 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.

- **Etude de vulnérabilité du bâti**

La Société du Grand Paris a mis place un marché d'étude de vulnérabilité du bâti pour chacun des tronçons du réseau. Ces prestations permettront d'établir un diagnostic du bâti dans la zone d'influence des travaux du tunnel et dans l'environnement du chantier des gares, afin de

déterminer les opérations de surveillance et de sécurisation éventuellement nécessaires lors de la phase réalisation du projet sur des bâtiments et ouvrages sensibles.

Cette étude porte notamment sur les critères suivants :

- la caractérisation du bâti d'un point de vue géométrique : nombre étages, niveau de sous-sol, profondeur des fondations,
- la caractérisation du bâti d'un point structurel : système de fondations, système de poutraison, bâti en maçonnerie, béton armé, etc....
- la caractérisation de l'état du bâti : éventuelles fissures existantes , éventuelles traces d'humidité....

Etude d'interférométrie satellitaire

La Société du Grand Paris a mis en place un marché d'interférométrie satellitaire. Le projet du Grand Paris Express est réalisé majoritairement en tunnel et fera l'objet de grandes fouilles ou d'excavation en souterrain au niveau des gares et ouvrages annexes. Il convient donc de connaître les mouvements en surface du bâti dans les zones de travaux, sur tous les tronçons du réseau. Le tracé sur ces tronçons rencontre d'anciennes zones de carrière ainsi que des zones potentielles de dissolution du gypse. Cette étude permettra, en recourant à la méthode d'interférométrie satellitaire, de dresser un état des lieux de l'historique des mouvements jusqu'à ce jour et de les suivre jusqu'au commencement des travaux du tronçon considéré. Il convient d'apprécier le niveau de tassement dans la zone d'influence des travaux et d'identifier les constructions susceptibles d'être affectées par la décompression des sols et/ou le rabattement provisoire des nappes phréatiques dus au passage du tunnelier et aux grandes excavations à réaliser. Il sera actif mi 2014.

Etude sur les structures

Un marché d'investigation structurelle viendra compléter l'étude de vulnérabilité du bâti. Il s'agira principalement d'effectuer in situ des diagnostic par sondages, des fondations et/ou structures porteuses des bâtis situés dans la zone d'influence des travaux du tunnel et dans l'environnement du chantier des gares.

Si nécessaire, en liaison avec le maître d'œuvre, la Société du Grand Paris pourra également lancer des marchés de travaux pour la réalisation de puits avec galeries de reconnaissance. Ces puits permettront de réaliser des essais géotechniques in situ afin de mieux caractériser le comportement de certaines couches de terrain et d'affiner les méthodes constructives. Ces données seront exploitées aussi bien par le maître d'œuvre que par les candidats qui postuleront lors des consultations relatives aux marchés de travaux de génie civil.

Etudes complémentaires permettant la bonne connaissance de l'occupation du sous-sol

Les études complémentaires ou réglementaires 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.

Les résultats de ces différentes études permettront à la Société du Grand Paris d'identifier les zones ayant subi des mouvements afin de réaliser des sondages et investigations géotechniques pour comprendre les zones singulières, d'établir un état zéro avant les travaux pour suivre les éventuelles déformations dans les sols et le bâti.

Suivi topographique de l'avancement des travaux

Un suivi topographique de l'avancement du creusement du tunnel sera mis en place afin que les travaux correspondent parfaitement au tracé du dossier projet : le creusement sera surveillé et assisté par un programme de suivi et d'auscultation des déformations induites au niveau des ouvrages.

Dès qu'une déformation sera constatée, un diagnostic sera apporté afin de déterminer les mesures curatives à mettre en œuvre.

Cette 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.

Effets résiduels

L'ensemble des mesures d'évitement et de réduction devront viser à empêcher tout impact résiduel.

Toutefois, l'ensemble des impacts ne sera pas maîtrisé dans leur intégralité, notamment vis-à-vis des fondations de bâtis où les données ne sont pas facilement accessibles en raison notamment de l'ancienneté des bâtiments considérés.

Mesures de compensation aux effets résiduels

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.

Mesures de suivi dans le temps

Les missions G3, G4 et G5 en phase travaux permettront de mettre en place un monitoring géotechnique ayant pour objectif de détecter tout problème de cette nature et de prendre les dispositions nécessaires pour y remédier. La conception de ce monitoring reposera sur les bases suivantes :

- identification des éléments sensibles une fois la conception terminée,
- pose de capteurs permettant de détecter des grandeurs caractéristiques : mouvement de sol, mouvement d'ouvrage, variation de pente dans un collecteur,

- Suivi pendant le chantier de ces capteurs,
- Définition et application d'une procédure d'alerte en cas d'anomalie.

4.3.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation ; prise en compte des réseaux existants

4.3.2.1 Impacts directs

Les incidences du projet en phase exploitation étant issues essentiellement des vibrations émises, elles sont décrites dans la partie dédiée aux vibrations.

4.3.2.2 Impacts indirects

Les incidences du projet en phase exploitation étant issues essentiellement des vibrations émises, elles sont décrites dans la partie dédiée aux vibrations.

4.3.2.3 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

Aucune mesure d'évitement n'est nécessaire.

Mesures de réduction

Aucune mesure de réduction n'est prévue.

Effets résiduels

Il n'y a donc pas d'effet résiduel.

Mesures de suivi dans le temps

Le monitoring mis en place en phase travaux peut être prolongé pour s'assurer de l'absence d'effet résiduel.

Si la prolongation est imaginée à long terme, ce monitoring peut être adapté.

4.3.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

4.3.3.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Tableau 4.3-6 : Coûts des mesures – Phase chantier

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Ajustement du profil en long	Intégré aux coûts des études de conception
Mise en œuvre de parois moulées	Intégré au coût du projet – Ces parois moulées ont aussi un rôle structurel de mur porteur externe de la gare ou du puits.
Mesures d'évitement : consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions	Non défini
Mesure de réduction : Etudes géotechniques approfondies pour les passages à proximité de fondations profondes	Intégré aux coûts de conception et de travaux
Mesure de réduction : Etudes complémentaires permettant la bonne connaissance de l'occupation du sous-sol	Coût fonction du marché public passé par la Société du Grand Paris
Mesure de réduction : Suivi topographique de l'avancement des travaux	Intégré aux coûts des travaux
Monitoring géotechnique	Intégré au coût des travaux

4.3.3.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Tableau 4.3-7 : Coûts des mesures – Phase exploitation

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Monitoring géotechnique	Très variable selon les choix du maître d'ouvrage

4.3.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

Tableau 4.3-8 : Synthèse des impacts du projet sur l'environnement concernant l'occupation du sous-sol

Dénomination de l'impact potentiel	Eléments du projet	Secteur(s) potentiellement impactés	Impacts possibles	Niveau d'impact	Mesures d'accompagnement	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
Chantier : Impacts concernant les canalisations de transport de pétrole	Puits d'attaque tunnelier d'Aubervilliers et sa base chantier associée à définir	Secteur d'aménagement du puits d'attaque	La phase chantier a potentiellement pour incidences principales directes les suivantes : - Déstabilisation des ouvrages ; - Dégradation des ouvrages ; - Destruction des ouvrages. Cela principalement par déformation des couches géologiques due aux méthodes constructives.	Négligeable : Vis-à-vis du tunnel de par la sur profondeur de celui par rapport à la canalisation TRAPIL Fort : Canalisation TRAPIL au droit du puits d'attaque tunnelier La réglementation TRAPIL interdit la construction dans les 10m autour de la canalisation.	E : Ajustement du profil en long E : Mise en œuvre de parois moulées	-	Indemnisation des effets résiduels
Chantier : Impacts concernant les canalisations de transport de gaz	Eléments émergents : gares, puits et bases chantiers associées à définir	Eléments émergents dans les 100m autour d'une canalisation GRT Gaz		Fort : Gare d'Aulnay, Gare de Sevran-Livry et puits de ventilation 63 Moyen à nul : autres interactions du projet avec les canalisations GRT Gaz	E : Ajustement du profil en long E : Mise en œuvre de parois moulées R : Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions R : Etudes géotechniques approfondies pour les passages à proximité de fondations profondes R : Etudes complémentaires permettant la bonne connaissance de l'occupation du sous-sol R : Suivi topographique de l'avancement des travaux	-	Indemnisation des effets résiduels
Chantier : Impacts concernant les canalisations de transport d'assainissement	Tous les éléments émergents : gares, puits, et bases chantiers associées à définir	Eléments émergents dans les 50m autour d'une canalisation		Négligeable : Vis-à-vis du tunnel de par la profondeur de celui Potentiellement Fort au niveau de la gare La Courneuve Six-Routes suivant : - le périmètre de la base chantier qui reste à définir, - la profondeur de la canalisation SIAAP.	E : Ajustement du profil en long E : Mise en œuvre de parois moulées R : Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions R : Etudes géotechniques approfondies pour les passages à proximité de fondations profondes R : Etudes complémentaires permettant la bonne connaissance de l'occupation du sous-sol R : Suivi topographique de l'avancement des travaux	-	Indemnisation des effets résiduels

Chantier : Impacts concernant les cours d'eau canalisés en collecteurs	Eléments émergents : gares, puits et bases chantiers associées à définir	La Morée, Le Sausset		Faible : La Morée à proximité d'un puits de ventilation mais assurément en dehors de la base chantier du puits qui reste à être définie. Nul : Le Sausset et la Morée à proximité de Sevran-Livry ; écart important entre tunnel et canalisations	E : Ajustement du profil en long E : Mise en œuvre de parois moulées R : Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions R : Etudes géotechniques approfondies pour les passages à proximité de fondations profondes R : Etudes complémentaires permettant la bonne connaissance de l'occupation du sous-sol R : Suivi topographique de l'avancement des travaux	-	Indemnisation des effets résiduels
Chantier : Impacts concernant les infrastructures de transport souterraines	Méthodes constructives des ouvrages (tunnel, puits, gares)	Métro ligne 13 Autoroute A1 Autoroute A86 en viaduc RER B à proximité de la gare de Sevran-Beaudotte		Fort : RER B en raison de la proximité des infrastructures Moyen : Ligne de métro 13 (7m de distance entre les deux infrastructures) Négligeable : A1 et A86	E : Ajustement du profil en long E : Mise en œuvre de parois moulées R : Consultation des gestionnaires de réseaux afin de déterminer des solutions R : Etudes géotechniques approfondies pour les passages à proximité de fondations profondes R : Etudes complémentaires permettant la bonne connaissance de l'occupation du sous-sol R : Suivi topographique de l'avancement des travaux	-	Indemnisation des effets résiduels
Chantier : Impacts sur les fondations des bâtiments	Méthodes constructives des ouvrages (tunnel, puits, gares)			Atteintes directes aux fondations évitées par le positionnement de l'infrastructure et son adaptation à l'existant.	E : Ajustement du profil en long E : Mise en œuvre de parois moulées	-	Indemnisation des effets résiduels

Chantier : Impacts indirects concernant les canalisations et ouvrages souterrains		Ensemble du projet	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 - Emanations 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 ;		E : Ajustement du profil en long E : Mise en œuvre de parois moulées	-	Indemnisation des effets résiduels
Chantier : Impacts indirects sur les fondations des bâtiments		Ensemble du projet	Déstabilisation des sols (donc des fondations) engendrée par les travaux et engendrant : 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.		R : Etudes géotechniques approfondies pour les passages à proximité de fondations profondes R : Etudes complémentaires permettant la bonne connaissance de l'occupation du sous-sol R : Suivi topographique de l'avancement des travaux	-	Indemnisation des effets résiduels

4.4 Vibrations

Les zones traversées par le fuseau du projet sont sensibles aux vibrations pour diverses raisons liées à la géologie et la forte densité de l'urbanisation.

Rappels de définitions :

Vibration : Transmission par voie solide (sol, structures) d'ondes d'énergie perceptibles par contact direct avec les éléments vibrants (corps, pieds, mains)

Bruit solidien : Bruit rayonné par des corps solides, comme les murs des maisons, par effet de leur vibrations - Transmission par voie aérienne à l'intérieur des pièces - Perceptible à l'oreille

Concernant la thématique des vibrations, la Société du Grand Paris met en œuvre la méthodologie suivante. A ce stade d'avancement du projet, certaines étapes n'ont pas pu encore être menées. Ces éléments seront dans ce contexte précisés dans les étapes et les dossiers ultérieurs.

Méthodologie retenue par la Société du Grand Paris :

- A partir du tracé, établissement d'une cartographie des zones susceptibles de générer des nuisances vibratoires supplémentaires (par exemple, une zone d'appareil de voie) ;
- Pour chaque zone sensible, identification du type de bâti existant et de la présence d'installations sensibles aux nuisances vibratoires ;
- Pour les points sensibles identifiés, évaluer par simulations les nuisances qui pourraient être transmises par le sol ;
- Au moment des reconnaissances complémentaires précédant la construction du tunnel, réalisation de mesures sur le terrain pour vérifier la pertinence des simulations ;
- Enfin, suivant les résultats obtenus, décider des mesures complémentaires à adopter au niveau de l'assise de la voie : dispositifs antivibratiles plus performants. Pour les sites considérés comme particulièrement sensibles, des dispositifs coûteux et contraignants pour leur maintenance comme par exemple la réalisation de dalles béton dites flottantes pourra être envisagée.
- Une fois l'équipement du tunnel réalisé, des mesures de contrôle seront effectuées

4.4.1 Impacts et mesures en phase chantier

Les impacts de la phase chantier résultent du creusement d'excavations souterraines de taille importante dans une géologie qui peut être défavorable.

Les impacts sont évalués à deux niveaux :

Simulation sur deux gares : deux gares ont été choisies en concertation avec le Maître d'ouvrage pour la représentativité de la problématique vibratoire du projet. Ces gares sont celle du Blanc-Mesnil et de Saint-Denis-Pleyel, situées dans la zone de forte sensibilité du projet.

Généralisation à l'ensemble du projet.

4.4.1.1 Simulation de l'impact du tunnelier – gares du Blanc Mesnil et Saint-Denis-Pleyel

Données disponibles

La géométrie des couches du sol et du tunnel est issue de la maquette géotechnique mise à disposition par la Société du Grand Paris suite à la mission géotechnique G11. La **Figure 4.4-1** page suivante présente la situation prise en compte.

Le détail des caractéristiques géotechniques des couches et des valeurs des paramètres géophysiques issues de l'étude géotechnique G11 conduite par le maître d'ouvrage est donné dans les **tableaux Tableau 4**.4-1 **et Tableau 4**.4-2 suivants.

Tableau 4.4-1 : Détails des couches géotechniques de la section de Blanc-Mesnil

Matériau	Profondeur, m	Module pressiométrique probable E_M, MPa	Densité probable kg/m³	Module de cisaillement G, Mpa	Coefficient de Poisson estimé	Module de Young probable E, Mpa
Remblai	0	9	1930	5,77	0,3	15
Marnes à pholadomies	2,2	15	1900	17,3	0,3	45
Calcaire Saint Ouen	8,1	25	1690	26,8	0,4	75
Sables de Beauchamps	17	38	2080	41,4	0,45	120
	18	38	2080	41,4	0,45	120
	23	38	2080	41,4	0,45	120
	28	38	2080	41,4	0,45	120
Marnes et Caillasses	28,9	60	1970	69,2	0,3	180
Calcaire grossier	44,4	180	2070	577	0,3	1500

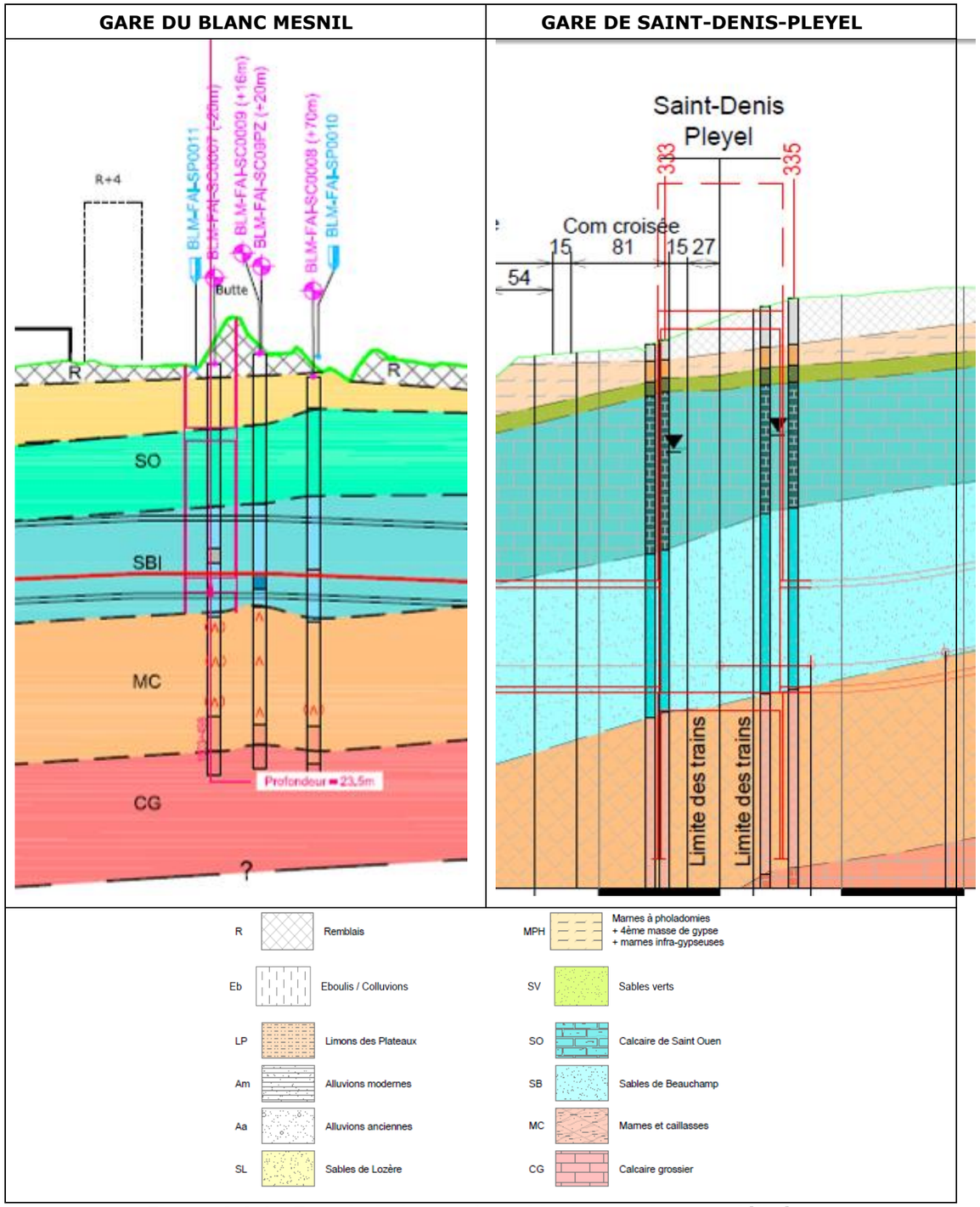


Figure 4.4-1 : Extrait de la stratigraphie des sections modélisées

Tableau 4.4-2 : Détails des couches géotechniques de la section de Saint-Denis-Pleyel

Matériau	Profondeur, m	Module pressiométrique probable E_M, MPa	Densité probable ρ, kg/m³	Module de cisaillement G, Mpa	Coefficient de Poisson estimé ν	Module de Young probable E, Mpa
Marnes à pholadomies	0	15	1900	17,3	0,3	45
Sables vertes	7,4	15	1900	17,3	0,3	45
Calcaire Saint Ouen	8,1	25	1690	26,8	0,4	75
Sables de Beauchamps	21,5	38	2080	41,4	0,45	120
	24,1	38	2080	41,4	0,45	120
	28,6	38	2080	41,4	0,45	120
Marnes et Caillasses	28,9	60	1970	69,2	0,3	180
	33,1	60	1970	69,2	0,3	180
Calcaire grossier	40,7	180	2070	577	0,3	1500
Sables supérieures	61,5	280	1950	41,4	0,45	120

Singularités géotechniques du secteur

Les informations suivantes sont issues de la note géotechnique G11, élaborée par la Société du Grand Paris.

Sur cette section de linéaire, et notamment pour les sections étudiées, il faut noter les singularités suivantes :

- la dissolution du gypse antéludien : l'ensemble de cette section est concerné par le risque de dissolution du gypse antéludien (arrêté Préfectoral du 25/02/1977 et 18/04/1995). Ce phénomène est lié à la dissolution des terrains gypsifères causée par les inversions du sens de l'écoulement de la nappe phréatique et les modifications de son équilibre hydrostatique au cours des pompages industriels. Le caractère aléatoire de la présence des niveaux de gypse rend difficile la cartographie des zones dangereuses avec précision. Ce phénomène de dissolution peut conduire à un risque de formation de vides et d'évolution vers des affaissements voire des fontis, sources de désordres importants sur les ouvrages souterrains et de surface. Les horizons où le gypse antéludien se rencontre sont les Marnes et Caillasses et dans un moindre mesure les Sables de Beauchamp et le Marno-Calcaire de Saint-Ouen inférieur ;
- un fontis probable repéré par le sondage géotechnique BLM-FAI-SC0008, à la hauteur de la gare du Blanc-Mesnil (contact SB/MC anormal avec un décalage vertical des couches de 2.5 m) ;

- le retrait / gonflement des argiles : seuls quelques niveaux d'argiles dans les Sables de Beauchamp et les Marnes Infragypseuses (MIG) sont concernés par l'aléa du retrait-gonflement, mais a priori avec un pouvoir de gonflement faible ;
- la présence de nappes captives sous pression : la nappe du Lutétien est potentiellement captive, sous pression sous le toit peu perméable des Sables de Beauchamp médians qui sont plus argileux. Ce cas devra être pris en compte dans les calculs, car le risque majeur est le soulèvement du radier de l'ouvrage dû à l'application d'une sous-pression hydrostatique sur un horizon peu perméable.
- la modification du régime hydraulique local et ses conséquences : Ce risque est provoqué par l'effet barrage du tunnel par rapport à l'écoulement de la nappe, l'excavation des niveaux étanches et les rabattements de nappe. La réalisation du projet pourrait modifier :
    - le niveau hydrostatique de la nappe superficielle,
    - l'écoulement général de la nappe superficielle,
    - les contraintes effectives dans les sols.

Ces risques sont précisés dans la partie hydrogéologie de l'analyse des impacts (présent rapport 2/3 de l'étude d'impact).

Ces risques devront être surveillés de façon adaptée pendant la réalisation des travaux à l'aide du monitoring structurel.

Modélisation de l'impact vibratoire

Tunnelier en phase travaux

Afin d'estimer la force engendrée par l'action du tunnelier (TMB), il a été utilisé plusieurs références disponibles dans la littérature.

Une analyse bibliographique des données et études sur les vibrations des TBM a permis de définir des lois de décroissance empiriques[3] permettant de définir des gabarits minimum et maximum des vibrations causées par un TBM :

Gabarit Minimum : $PPV_{TBM} = 7,4 / r^{1,07}$

Gabarit Maximum : $PPV_{TBM} = 176 / r^{1,18}$

L'émission vibratoire a été simulée dans le modèle FEM par une force issue de la combinaison de plusieurs signaux triangulaires d'intensité aléatoire avec des fréquences distribuées entre 15 et 45 Hz, fréquences caractéristiques de l'émission vibratoire d'un tunnelier[4].

L'amplitude de cette force a ensuite été recalée en fonction du gabarit maximum indiqué ci-dessus.

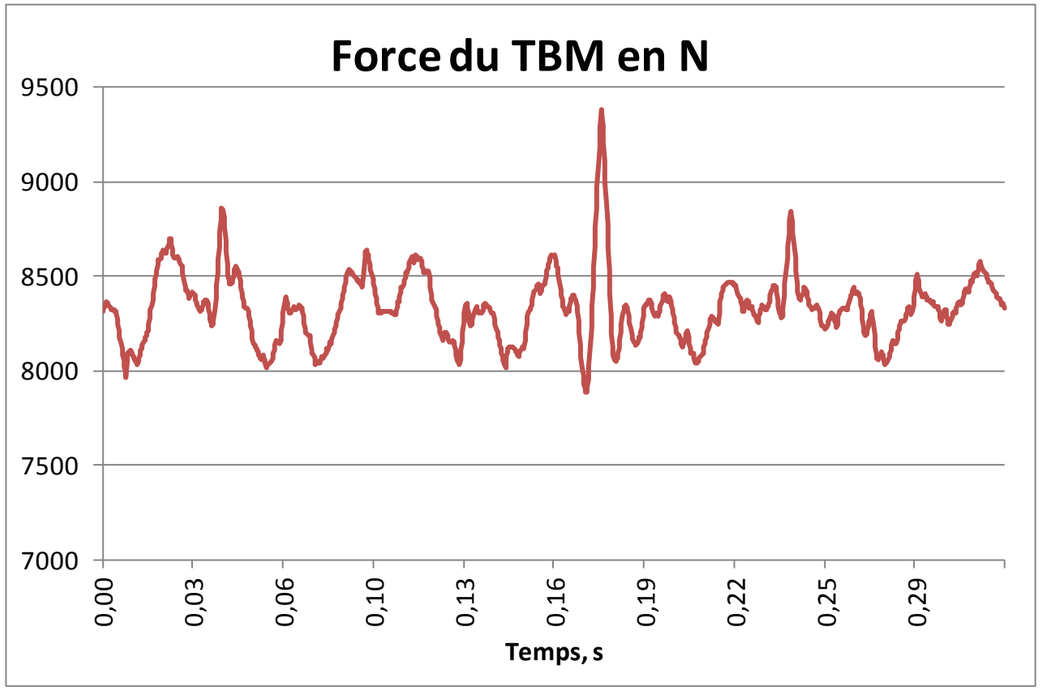


Figure 4.4-2 : Force du tunnelier prise en compte dans la modélisation

Configuration du modèle FEM

Le sol a été modélisé en 2D sur une section rectangulaire de :

- 188 m de largeur et de 65 m de profondeur pour la section du Blanc-Mesnil.
- 188 m de largeur et de 80 m de profondeur pour la section de Saint-Denis.
- Les calculs ont été réalisés avec des éléments à déformation plane (plain strain).
- Les bords latéraux et le bord inférieur ont été modélisés comme non réfléchissants, avec des contraintes fixes dans toutes les directions.

Résultats de calcul

Le point de réception des effets vibratoires et du bruit solidien a été positionné en surface.

Les tableaux ci-dessous résument les résultats des calculs vibratoires en surface. Ces résultats sont exprimés en termes de vitesse vibratoire de pic (PPV en mm/s) et de bruit solidien, calculé, de manière conservative, pour les pièces au 1er étage.

[3] *Finite Element Modelling of Ground Vibrations Due to Tunnelling Activities, Muhammad E. Rahman and Trevor Orr, 2011*
[4] *Measurement and Prediction of Groundborne Noise and Vibration from a TBM, Wilson Ho, Alan Crockett, Andy Raine, 2006*

Tableau 4.4-3 : Résultats de calculs vibratoires – Blanc-Mesnil

Cas d'étude	Calcul	PPV en mm/s	Seuil de gêne en mm/s	Seuil de sécurité en mm/s	Bruit solidien 1s en dB(A)	Seuil de bruit soldien en dB(A)
Tunnelier	Valeur moyenne Calcul FEM	0,40	*2*	*12,5*	41	*35 à 43*
	Valeur maximale Calcul par loi empirique avec gabarit maximum	4,40	*2*	*12,5*	62	*35 à 43*

Commentaires :

Les valeurs de vitesse vibratoire (PPV) ainsi calculées pour la **phase travaux (TBM)** sont :

- Inférieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour les valeurs résultant du calcul FEM.
- Supérieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour les résultats du calcul maximal.

Les valeurs de bruit solidien reflètent les résultats de l'analyse de gêne issue des valeurs de PPV :

- **Risque potentiel de gêne faible pour des hypothèses de fonctionnement moyennes**.
- **Risque potentiel de gêne élevé pour des hypothèses très maximalistes.**

Tableau 4.4-4 : Détail Résultats de calculs vibratoires – Saint-Denis-Pleyel

Cas d'étude	Calcul	PPV en mm/s	Seuil de gêne en mm/s	Seuil de sécurité en mm/s	Bruit solidien 1s en dB(A)	Seuil de bruit soldien en dB(A)
Tunnelier	Valeur moyenne Calcul FEM	0,35	*2*	*12,5*	41	*35 à 43*
	Valeur maximale Calcul par loi empirique avec gabarit maximum	3,30	*2*	*12,5*	60	*35 à 43*

Commentaires :

Les valeurs de vitesse vibratoire (PPV) ainsi calculées pour la **phase travaux (TBM)** sont :

- Inférieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour les valeurs résultant du calcul FEM.
- Supérieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour les résultats du calcul maximal.

Les valeurs de bruit solidien reflètent les résultats de l'analyse de gêne issue des valeurs de PPV :

Risque potentiel de gêne faible pour des hypothèses de fonctionnement moyennes.

Risque potentiel de gêne élevé pour des hypothèses très maximalistes.

Concernant l'impact du tunnelier, des plages de valeurs (moyennes et maximales) sont indiquées afin d'apprécier les plages de variations possibles en fonction des hypothèses et des méthodes de calcul. Les valeurs maximales sont obtenues par l'utilisation des lois empiriques, qui donnent des valeurs approchées souvent assez conservatives. Les valeurs moyennes sont en revanche issues d'un calcul FEM, qui tient compte des données d'entrée indiquées précédemment.

Les distances axe du tunnelier / récepteur utilisées dans les lois empiriques sont de 23 m pour la section du Blanc-Mesnil et de 28,6 m pour la section de Saint-Denis-Pleyel.

Pour le calcul du **bruit solidien**, les paramètres suivants ont été retenus :

- Atténuation due à l'interaction entre le sol et les fondations des bâtiments : 14 dB.
- Atténuation due au passage au premier étage : 3 dB.
- Conversion de la vibration en bruit réverbérant à l'intérieur des locaux d'habitation : 27 dB.
- Application de la courbe de pondération A : 20 dB.

Une valeur de bruit solidien 1s, lors du passage du train, est donnée sur la base de la conversion directe des résultats du calcul vibratoire.

Cette dernière est comparée aux seuils de bruit solidien.

4.4.1.2 Impacts

Impacts directs

Les résultats des simulations ci-dessus montrent que des calculs avec des hypothèses pessimistes conduisent potentiellement à des dépassements de seuils pour des valeurs très maximales. En moyenne, les seuils sont respectés.

La généralisation à l'ensemble du projet conduit aux constatations suivantes :

- Le contexte des simulations se retrouve sur la section Saint-Denis-Pleyel – Sevran-Livry, le contexte géologique et la densité de l'urbanisation étant comparables. La forte sensibilité de cette section est donc quantifiée.
- Pour la section sud, de Sevran-Livry à Noisy-Champs, le contexte géologique évolue. La sensibilité liée à la densité de l'urbanisation reste forte. La sensibilité géologique est différente :
- Sous la butte de l'Aulnoye (Sevran-Livry – Chelles), la sensibilité au gypse reste forte, en particulier sur l'existence potentielle de cavités. Le projet traverse les Masses et Marnes du gypse.

Au sud, le contexte géologique se rapproche du contexte de la zone nord avec :

  - Sous la Marne, une couche d'alluvions plutôt favorables,
  - En rive sud de la Marne, un contexte plus calcaire moins favorable.

La distance entre la source et la cible est essentielle dans l'évaluation des impacts :

Plus elle est courte, plus les dépassements de seuils sont fréquents.

Dans le contexte simulé, il existe une limite à une distance d'environ 10 m où les dépassements de seuils peuvent devenir fréquents.

Il y a donc un risque élevé d'impact fort pour les ouvrages et fondations situés à moins de 10 m des zones de construction.

C'est en particulier le cas des ouvrages des stations de correspondance pour lesquels une jonction doit être réalisée.

La tranchée couverte est une source plus importante de vibrations en relation directe avec la surface du sol. Les valeurs indiquées pour le tunnelier sont donc des valeurs basses pour la tranchée couverte, quelle que soit sa nature. Les valeurs effectives de vibration et de bruit solidien dépendent directement des méthodes de réalisation de la tranchée couverte, en particulier pour réaliser l'excavation. Le mode d'extraction des matériaux, en particulier des matériaux durs (calcaires, niveaux indurés) est prépondérant. Ce mode n'est pas connu à ce jour.

Les impacts directs consistent donc en l'émission de vibrations et de bruit solidien en direction de zones sensibles au-delà des seuils de gêne et/ou de stabilité structurelle.

Impacts indirects

Les impacts indirects portent sur les effets de ces vibrations et de ce bruit solidien.

Pour les vibrations, ce sont potentiellement :

Des déstabilisations d'ouvrages ou bâtiments sans effet visible : la déstabilisation de l'ouvrage n'est pas suffisante pour donner lieu à des effets visibles. La structure de l'ouvrage n'est pas atteinte et son fonctionnement n'est pas perturbé. Ce type d'impact est faible.

Des déstabilisations d'ouvrages ou bâtiments avec effets visibles :

- Sur la structure de l'ouvrage :
  - la topographie de l'ouvrage est altérée : il se penche, il s'affaisse,
  - des fissures peuvent apparaitre
  - Risque de dommages importants
- sur le fonctionnement : le fonctionnement normal n'est plus assuré, par l'existence de contre pentes dans une canalisation par exemple,
  - Altération de la santé humaine par perturbation de fonctions biologiques dues aux gênes occasionnées :

Ces perturbations portent principalement sur le sommeil et sur la concentration intellectuelle.

La vie quotidienne peut être perturbée en cas de vibrations importantes.

4.4.1.3 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

Les mesures d'évitement sont impossibles à mettre en œuvre compte tenu des caractéristiques du projet et de la densité de l'urbanisation de la zone de projet.

Mesures de réduction

Les mesures d'évitement sont de deux types principaux : la prévention et le curatif.

Principe de prévention et curatif

La prévention consiste à prendre les dispositions nécessaires pour disposer en temps réels du niveau de vibrations et de bruit solidien existant sur le chantier et dans son environnement immédiat. C'est sur ce point que la Société du Grand Paris portera une attention toute particulière.

Le curatif consiste à intervenir une fois les dégâts constatés.

Les mesures sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4.4-5 : Mesures de réduction d'impact - chantier

Type	Description	Modalités de mise en œuvre
Prévention	Investigations sur site avant démarrage chantier	Mesures acoustiques dans les bâtiments identifiés comme cibles à risque
Prévention	Investigations sur site avant démarrage chantier	Mesures vibratoires au niveau de bâtiments identifiés comme cibles à risque
Prévention	Investigations sur site en cours de chantier	Suivi du bruit solidien par pose de capteurs sur des bâtiments identifiés comme cibles à risque
Prévention	Investigations sur site en cours de chantier	Etablissement de la fonction réelle de transfert des vibrations par mesure au fond du puits
Prévention	Investigations sur site en cours de chantier	Mesures vibratoires en un certain nombre de points identifiés comme sensibles par pose de capteurs : extérieur ou intérieur de bâtiments ou ouvrages
Prévention	Consolidation préventive de bâtiments ou ouvrages	Modification du sol ou étaiement autour des zones sensibles afin de réduire les impacts prévisibles des vibrations
Prévention	Mise en place d'écrans acoustiques	Protection des zones sensibles par isolement par rapport au chantier
Prévention	Utilisation d'une technique à faible	Utilisation de la technique de vibrofonçage plutôt que le battage

	émission de vibrations	d'éléments solides (exemple palplanches)
Prévention	Choix d'une technique de construction en tranchée couverte	Privilégier le « Top-Down » au « Bottom up » : la boite gare est fermée plus tôt et limite la diffusion de vibrations et de bruit solidien à l'extérieur
Curatif	Consolidation curative de bâtiments ou ouvrages	Modification du sol ou étaiement autour des zones sensibles afin de réduire les impacts prévisibles des vibrations
Curatif	Pose de capteurs de mesures en cours de chantier suite à des constats de désordre	Identification de la cause des désordres (bruit solidien et vibrations)
Curatif	Gestion du chantier en cas de gêne aux riverains	Travaux générateurs de vibrations et de bruit solidien réalisés en dehors de la période 22h – 7h, période de nuit.

Effets résiduels

L'existence d'effets résiduels ne peut être exclue malgré la mise en œuvre des mesures de prévention et de curatif.

Mesures de compensation aux effets résiduels

Indemnisation des impacts constatés

La seule mesure envisageable est l'indemnisation des impacts résiduels constatés, que ce soit sur la structure des bâtiments ou ouvrages ou sur leur fonctionnement, ou sur la gêne occasionnée aux personnes.

4.4.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

4.4.2.1 Simulation de l'impact du tunnelier – gares du Blanc-Mesnil et Saint-Denis-Pleyel

La modélisation établie pour la phase travaux a aussi été utilisée pour la phase exploitation.

La source d'émission vibratoire a été calculée à partir des données mises à disposition par la Société du Grand Paris pour le train à prendre en considération en phase d'exploitation. Ces données sont les suivantes :

- Longueur du train de l'ordre de 120 m : la longueur du train prise en compte dans le projet est réduite, ce qui est un effet positif puisque le poids de la voiture (voir ci-dessous) diminue, donc les effets induits par le poids (intensité des frottements, intensité des forces exercées par la voiture sur le rail et la voie) diminuent.
- Distance entre les bogies : entraxe bogies de l'ordre de 14 m.
- Nombre de roues par bogie : 4.
- Distance entre les roues d'un bogie (empattement) de l'ordre de 2,45 m.
- Poids de chaque voiture : charge à l'essieu max de l'ordre de 14 t.
- Vitesse max en phase exploitation de l'ordre de 120 km/h.
- D'autres données ont été prises en considération afin de simuler un système de pose des rails standard (rails, traverses, dalle béton, substrat).

La rugosité des rails a été également simulée à l'aide du spectre suivant, disponible dans la littérature, pour deux conditions : « good » (rail et roues nouveaux) et « bad » (rail et roues usés) :

$$S_{in}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \frac{av^2}{(bv + \omega/(2\pi))^3}$$

A partir de ces données, le passage du train a été simulé analytiquement afin d'obtenir le tracé de force appliquée au-dessous des traverses en fonction du temps, donnée d'entrée du modèle FEM en 2 dimensions.

Le tracé de la force en fonction du temps est donné ci-dessous. Cette force a été appliquée sur la surface intérieure du tunnel.

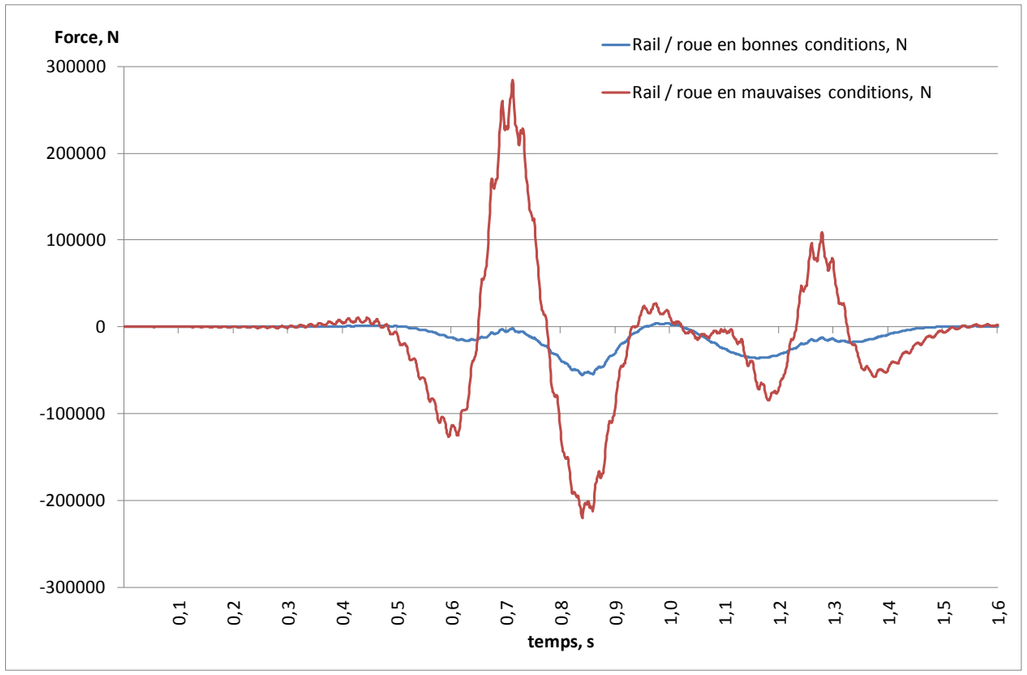


Figure 4.4-3 : Force appliquée par le train prise en compte dans la modélisation

Résultats de calcul

Le point de réception a été positionné en surface.

Le tableau suivant résume les résultats des calculs vibratoires en surface. Ces résultats sont exprimés en termes de vitesse vibratoire de pic (PPV en mm/s) et de bruit solidien, calculés, de manière conservative, pour les pièces au 1er étage.

Concernant l'impact des trains, des plages de valeurs sont indiquées afin d'apprécier les plages de variations possibles en fonction des hypothèses (bonnes et mauvaises conditions) et de la position du point de calcul en surface par rapport à l'axe du tunnel.

Pour le calcul du bruit solidien, les paramètres suivants ont été retenus :

- Atténuation due à l'interaction entre le sol et les fondations des bâtiments : 14 dB.
- Atténuation due au passage au premier étage : 3 dB.
- Conversion de la vibration en bruit réverbérant à l'intérieur des locaux d'habitation : 27 dB.
- Application de la courbe de pondération A : 20 dB.
- Une valeur de bruit solidien 1s, lors du passage du train, est donnée sur la base de la conversion directe des résultats du calcul vibratoire.

Cette dernière sera comparée aux seuils de bruit solidien.

Tableau 4.4-6 : Résultats de calculs vibratoires – Blanc-Mesnil

Cas d'étude	Calcul	PPV en mm/s	Seuil de gêne en mm/s	Seuil de sécurité en mm/s	Bruit solidien 1s en dB(A)	Seuil de bruit soldien en dB(A)
Exploitation, train à 120 km/h	Roue / rail en bonnes conditions	0,6 à 1	*2*	*12,5*	42 à 46	*35 à 43*
	Roue / rail en mauvaises conditions	4 à 7	*2*	*12,5*	60 à 65	*35 à 43*

Commentaires :

Les valeurs de vitesse vibratoire (PPV) ainsi calculées pour la phase exploitation sont :

Inférieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour des roues / rails en bonnes conditions.

Supérieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour des roues / rails en mauvaise conditions.

Toujours inférieures au seuil de sécurité structurelle de 12,5 mm/s.

Les valeurs de bruit solidien reflètent les résultats de l'analyse de gêne issue des valeurs de PPV :

Risque de gêne faible pour des roues / rails en bonnes conditions.

Risque de gêne élevé pour des roues / rails en mauvaises conditions.

Les valeurs de vitesse vibratoire (PPV) ainsi calculées pour la phase travaux (TBM) sont :

Inférieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour les valeurs résultant du calcul FEM.

Supérieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour les résultats du calcul maximal.

Les valeurs de bruit solidien reflètent les résultats de l'analyse de gêne issue des valeurs de PPV :

Risque potentiel de gêne faible pour des hypothèses de fonctionnement moyennes.

Risque potentiel de gêne élevé pour des hypothèses très maximalistes.

Tableau 4.4-7 : Résultats de calculs vibratoires – Saint-Denis-Pleyel

Cas d'étude	Calcul	PPV en mm/s	Seuil de gêne en mm/s	Seuil de sécurité en mm/s	Bruit solidien 1s en dB(A)	Seuil de bruit soldien en dB(A)
Exploitation, train à 120 km/h	Roue / rail en bonnes conditions	0,3 à 0,5	*2*	*12,5*	38 à 42	*35 à 43*
	Roue / rail en mauvaises conditions	3 à 6	*2*	*12,5*	54 à 60	*35 à 43*

Commentaires :

Les valeurs de vitesse vibratoire (PPV) ainsi calculées pour la phase exploitation sont :

Inférieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour des roues / rails en bonnes conditions.

Supérieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour des roues / rails en mauvaises conditions.

Toujours inférieures au seuil de sécurité structurelle de 12,5 mm/s.

Les valeurs de bruit solidien reflètent les résultats de l'analyse de gêne issue des valeurs de PPV :

Risque de gêne faible pour des roues / rails en bonnes conditions.

Risque de gêne élevé pour des roues / rails en mauvaises conditions.

Les valeurs de vitesse vibratoire (PPV) ainsi calculées pour la phase travaux (TBM) sont :

Inférieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour les valeurs résultant du calcul FEM.

Supérieures au seuil de gêne de 2 mm/s pour les résultats du calcul maximal.

Les valeurs de bruit solidien reflètent les résultats de l'analyse de gêne issue des valeurs de PPV :

Risque potentiel de gêne faible pour des hypothèses de fonctionnement moyennes.

Risque potentiel de gêne élevé pour des hypothèses très maximalistes.

4.4.2.2 Impacts

Impacts directs

Comme pour la phase travaux, dans certaines circonstances pessimistes, les seuils de vibrations et de bruit solidien peuvent être sur certains secteurs dépassés. Ces circonstances peuvent résulter d'un mauvais contact rail/roue, source principale de vibrations et de bruit solidien en phase d'exploitation.

La généralisation à l'ensemble du projet conduit aux constatations suivantes :

Le contexte des simulations se retrouve sur la section Saint-Denis-Pleyel – Sevran-Livry, le contexte géologique et la densité de l'urbanisation étant comparables. La forte sensibilité de cette section est donc quantifiée.

Pour la section sud, de Sevran-Livry à Noisy-Champs, le contexte géologique évolue. La sensibilité liée à la densité de l'urbanisation reste forte. La sensibilité géologique est différente :

Sous la butte de l'Aulnoye (Sevran-Livry – Chelles), la sensibilité au gypse reste forte, en particulier sur l'existence potentielle de cavités. Le projet traverse les Masses et Marnes du gypse.

Au sud, le contexte géologique se rapproche du contexte de la zone nord avec :

- Sous la Marne, une couche d'alluvions plutôt favorables,
- En rive sud de la Marne, un contexte plus calcaire moins favorable.

La distance entre la source et la cible est essentielle dans l'évaluation des impacts :

Plus elle est courte, plus les dépassements de seuils peuvent être fréquents.

Dans le contexte simulé, il existe une limite à une distance d'environ 10 m où les dépassements de seuils peuvent devenir fréquents.

Il y a donc un risque d'impact pour les ouvrages et fondations situés à moins de 10 m de la voie.

La vitesse d'exploitation peut également être un facteur aggravant des vibrations et du bruit solidien émis.

Le tunnel en place joue un rôle variable dans la propagation des vibrations et du bruit solidien : la structure circulaire, ferraillée qui plus est, peut perturber la propagation de certaines ondes vibratoires. Cette perturbation dépend directement de la fréquence et des caractéristiques exactes du tunnel et n'est pas quantifiable.

Les connexions du tunnel avec les gares et ouvrages annexes peuvent constituer des axes de propagation privilégiés. Ces éléments ne sont pas non plus quantifiables.

Les impacts directs consistent donc en l'émission de vibrations et de bruit solidien en direction de zones sensibles au-delà des seuils de gêne et/ou de stabilité structurelle.

Impacts indirects

Les impacts indirects portent sur les effets de ces vibrations et de ce bruit solidien.

Pour les vibrations, ce sont :

Des déstabilisations d'ouvrages ou bâtiments sans effet visible : la déstabilisation de l'ouvrage n'est pas suffisante pour donner lieu à des effets visibles. La structure de l'ouvrage n'est pas atteinte et son fonctionnement n'est pas perturbé. Ce type d'impact est faible.

Des déstabilisations d'ouvrages ou bâtiments avec effets visibles :

Sur la structure de l'ouvrage :

- la topographie de l'ouvrage est altérée : il se penche, il s'affaisse,
- des fissures apparaissent,

- Risque de dommages importants

Sur le fonctionnement : le fonctionnement normal n'est plus assuré, par l'existence de contre pentes dans une canalisation par exemple,

Altération de la santé humaine par perturbation de fonctions biologique dues aux gênes occasionnées :

- Ces perturbations portent principalement sur le sommeil et sur la concentration intellectuelle.
- La vie quotidienne peut être perturbée en cas de vibrations importantes.

Impacts cumulés

Les effets cumulés concernent des chantiers simultanés à celui du projet et situés dans la même aire géographique. Les chantiers concernés sont les suivants :

Chantiers souterrains :

- Gare de Noisy-Champs de la ligne 15 sud (première ligne mise en service),
- Section de la Ligne 17 entre La Bourget RER et Triangle de Gonesse,
- Section de la ligne 15 (STIF) entre Saint-Denis-Pleyel et Rosny-Bois-Perrier,
- Section de la ligne 14 entre Saint-Lazare et Mairie de Saint-Ouen,
- Prolongation de la Ligne 12 du métro à Aubervilliers entre Front Populaire et Mairie d'Aubervilliers.

Chantiers aériens :

- Débranchement du Tram T4 de Livry-Gargan à Clichy Montfermeil (Plateau de Clichy), (mise en service prévue 2017),
- Tangentielle Nord entre Epinay-sur-Seine et Le Bourget (mise en service prévue 2017).

Le cumul des effets vibratoires se produit lorsque les travaux des infrastructures concernées sont concomitants et simultanés.

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.

Il n'est pas possible à ce stade de quantifier et d'évaluer les situations à risque de résonance.

4.4.2.3 Mesures d'accompagnement

Les résultats de calcul montrent qu'il existe, dans certaines conditions, des risques importants de gêne des habitants, pour les habitations en surface dans la zone concernée par le tunnel projeté.

Les mesures de réduction sont présentées dans le tableau ci-dessous.

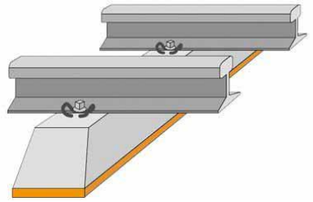
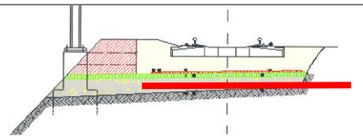
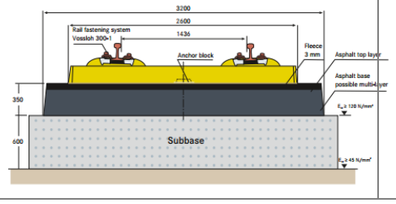
Tableau 4.4-8 : Mesures de réduction d'impact - Exploitation

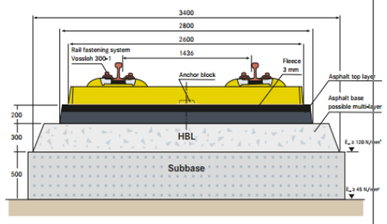
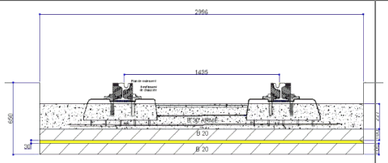
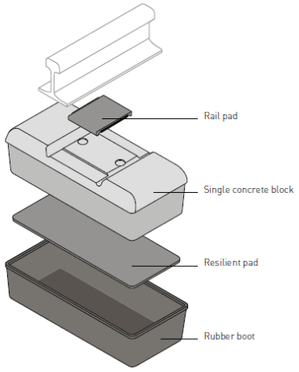
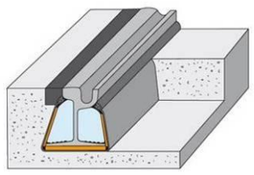
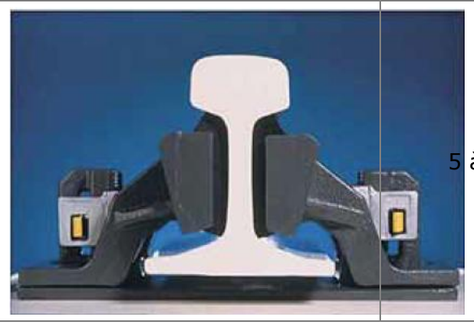
Type	Description	Modalités de mise en œuvre
Prévention	Pose d'une voie avec dispositifs amortisseurs de vibrations	Choix de matériels en conception de la voie Un gain de 20 dB est possible en bruit solidien selon le matériel choisi
Prévention	Maintenance du matériel roulant	Surveillance des roues Travaux sur les roues si nécessaire
Prévention	Maintenance de la voie	Surveillance des rails Travaux sur les rails

Comme le montre le tableau ci-dessous, il existe de nombreux dispositifs permettant d'atténuer les vibrations au niveau de la conception de la voie. Les dispositifs appropriés seront mis en œuvre.

Les solutions pour les tracés avec ballast ne sont pas indiquées, du fait que le projet ne prévoit ce type d'installation des voies.

Tableau 4.4-9 : Exemples de dispositifs permettant d'atténuer les vibrations d'exploitation

Descriptif	Illustration	Atténuation vibratoire en dBV	Indication du coût de pose
Tracé ballasté avec plaque antivibratile sous les traverses		3 à 5	80 €/m
Tracé ballasté sur tapis antivibratile continu		5 à 15	100 €/m^2
Voie sur asphalte		5 à 10	

Descriptif	Illustration	Atténuation vibratoire en dBV	Indication du coût de pose
Voie sur asphalte avec couche portante à base de liant hydraulique		10 à 15	
Voie béton avec selles (en béton ou acier) noyées dans la dalle		5 à 10	
Voie béton avec traverses équipées de chaussons en caoutchouc et de semelles sous traverses		15 à 20	
Voie béton avec rails noyés et désolidarisés (ERS, Embedded Rail System)		5 à 10	
Système de fixation des rails résilient (support élastique entre rail et traverse)		5 à 15	300 €/ml

Descriptif	Illustration	Atténuation vibratoire en dBV	Indication du coût de pose
Rames sur pneus		10 à 15	

Pour le tronçon Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel, la Société du Grand Paris prévoit la pose systématique d'un système antivibratoire. Il s'agira d'interposer une semelle antivibratile dans la voie, entre le rail et la plateforme, afin de réduire les vibrations à la source. Différentes techniques de semelles et de pose antivibratiles existent. La performance de ces différents dispositifs dépend de l'objectif d'atténuation recherché, entre 3 et 20 décibels.

Effets résiduels

Les niveaux de vibrations et de bruit solidien sont sous les seuils de référence.

Mesures de compensation aux effets résiduels

Indemnisation des impacts constatés

La seule mesure envisageable est l'indemnisation des impacts résiduels non acceptables constatés, que ce soit sur la structure des bâtiments ou ouvrages ou sur leur fonctionnement, ou sur la gêne occasionnée aux personnes.

Mesures de suivi dans le temps

Tableau 4.4-10 : Mesures de suivi dans le temps - Exploitation

Description	Modalités de mise en œuvre
Suivi des vibrations	Pose d'un capteur (ou plusieurs) en fonction du contexte Diffusion des résultats de mesure
Suivi du bruit solidien	Pose d'un capteur (ou plusieurs) en fonction du contexte Diffusion des résultats de mesure

4.4.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement et de suivi

4.4.3.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Tableau 4.4-11 : Evaluation du coût des mesures de réduction d'impact - chantier

Type	Description	Modalités de mise en œuvre	Coût évalué
Prévention	Investigations sur site avant démarrage chantier	Mesures acoustiques dans les bâtiments identifiés comme cible à risque	10 k€ HT par gare 10 k€ pour le tunnel
Prévention	Investigations sur site avant démarrage chantier	Mesures vibratoires au niveau de bâtiments identifiés comme cible à risque	30 k€ HT par gare 100 k€ pour le tunnel
Prévention	Investigations sur site en cours de chantier	Suivi du bruit solidien par pose de capteurs sur des bâtiments identifiés comme cible à risque	10 k€ HT par gare 10 k€ pour le tunnel
Prévention	Investigations sur site en cours de chantier	Etablissement de la fonction réelle de transfert des vibrations par mesure au fond du puits	30 k€ HT par gare
Prévention	Investigations sur site en cours de chantier	Mesures vibratoires en un certains nombres de points identifiés comme sensibles par pose de capteurs : extérieur ou intérieur de bâtiments ou ouvrages	20 k€ HT par bâtiment
Prévention	Consolidation préventive de bâtiments ou ouvrages	Modification du sol ou étaiement autour des zones sensibles afin de réduire les impacts prévisibles des vibrations	Très variable selon type de bâtiment ou d'ouvrage et type de consolidation
Prévention	Mise en place d'écrans acoustiques	Protection des zones sensibles par isolement par rapport au chantier	Très variable selon niveau de performance à atteindre et ampleur de la zone à isoler
Prévention	Utilisation d'une technique à faible émission de vibrations	Utilisation de la technique de vibrofonçage plutôt que le battage d'éléments solides (exemple palplanches)	Non évaluable Dépend des méthodes constructives
Prévention	Choix d'une technique de construction en tranchée couverte	Privilégier le « Top-Down » au « Bottom up » : la boite gare est fermée plus tôt et limite la diffusion de vibrations et de bruit solidien à l'extérieur	Intégré au projet
Curatif	Consolidation curative de bâtiments ou ouvrages	Modification du sol ou étaiement autour des zones sensibles afin de réduire les impacts prévisibles des vibrations	Très variable selon type de bâtiment ou d'ouvrage et type de consolidation
Curatif	Pose de capteurs de mesures en cours de chantier suite à des constats de désordre	Identification de la cause des désordres (bruit solidien et vibrations)	10 à 40 k€ HT par site
Curatif	Gestion du chantier en cas de gêne aux riverains	Travaux générateurs de vibrations et de bruit solidien réalisés en dehors de la période 22h – 7h, période de nuit.	Non évaluable

4.4.3.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Tableau 4.4-12 : Evaluation du coût des mesures de réduction d'impact - Exploitation

Type	Description	Modalités de mise en œuvre	Coût évalué
Prévention	Pose d'une voie avec dispositifs amortisseurs de vibrations	Choix de matériels en conception de la voie Un gain de 20 dB est possible en bruit solidien selon le matériel choisi	Très variable – Voir tableau
Prévention	Maintenance du matériel roulant	Surveillance des roues Travaux sur les roues si nécessaire	Intégré au coût de fonctionnement Ce type de mesure intervient dans l'évaluation de la performance de fonctionnement du système
Prévention	Maintenance de la voie	Surveillance des rails Travaux sur les rails	Intégré au coût de fonctionnement Ce type de mesure intervient dans l'évaluation de la performance de fonctionnement du système

Tableau 4.4-13 : Evaluation du coût des mesures de suivi dans le temps - Exploitation

Description	Modalités de mise en œuvre	Coût évalué
Suivi des vibrations	Pose d'un capteur (ou plusieurs) en fonction du contexte Diffusion des résultats de mesure	30 k€ HT par suivi avec un capteur
Suivi du bruit solidien	Pose d'un capteur (ou plusieurs) en fonction du contexte Diffusion des résultats de mesure	10 k€ HT par suivi avec un capteur

4.4.4 Impacts cumulés en phase chantier et en phase exploitation

4.4.4.1 Impacts cumulés en phase chantier

Les effets cumulés concernent des chantiers simultanés à celui du projet et situés dans la même aire géographique. Les chantiers concernés sont les suivants :

chantiers souterrains :

- Gare de Noisy-Champs de la ligne 15 sud (première ligne mise en service),
- Section de la Ligne 17 entre La Bourget RER et Triangle de Gonesse,
- Section de la ligne 15 (STIF) entre Saint-Denis-Pleyel et Rosny-Bois-Perrier,
- Section de la ligne 14 entre Saint-Lazare et Mairie de Saint-Ouen,

chantiers aériens :

- Débranchement du Tram T4 de Livry-Gargan à Clichy-Montfermeil (Plateau de Clichy), (mise en service prévue 2017),
- Tangentielle Nord entre Epinay-sur-Seine et Le Bourget (mise en service prévue 2017).

Le cumul des effets vibratoires se produit lorsque les travaux des infrastructures concernées sont concomitants et simultanés.

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.

Il n'est pas possible à ce stade de quantifier et d'évaluer les situations à risque de résonance.

4.4.4.2 Impacts cumulés en phase exploitation

Les effets cumulés concernent des chantiers simultanés à celui du projet et situés dans la même aire géographique. Les chantiers concernés sont les suivants :

Chantiers souterrains :

- Gare de Noisy-Champs de la ligne 15 sud (première ligne mise en service),
- Section de la Ligne 17 entre La Bourget RER et Triangle de Gonesse,
- Section de la ligne 15 (STIF) entre Saint-Denis-Pleyel et Rosny-Bois-Perrier,
- Section de la ligne 14 entre Saint-Lazare et Mairie de Saint-Ouen,
- Prolongation de la Ligne 12 du métro à Aubervilliers entre Front Populaire et Mairie d'Aubervilliers.

chantiers aériens :

- Débranchement du Tram T4 de Livry-Gargan à Clichy Montfermeil (Plateau de Clichy), (mise en service prévue 2017),
- Tangentielle Nord entre Epinay-sur-Seine et Le Bourget (mise en service prévue 2017).

Le cumul des effets vibratoires se produit lorsque les travaux des infrastructures concernées sont concomitants et simultanés.

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.

Il n'est pas possible à ce stade de quantifier et d'évaluer les situations à risque de résonance.

4.4.5 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement et de suivi au niveau du projet

La gestion des vibrations et du bruit solidien produits par la mise en place de l'infrastructure et par son exploitation est un réel enjeu dans l'évaluation et la prise en compte des impacts du projet.

Compte tenu de la géologie et de la densité de l'urbanisation de la zone du projet, le risque d'effets importants issus des vibrations et du bruit solidien existe et peut être significatif.

Il existe des mesures permettant de réduire significativement ce niveau de risque, à la fois dans la conception du projet, le choix des méthodes constructives et des matériels et matériaux, et dans l'organisation du chantier, le choix des matériels de chantier et le fonctionnement de la base chantier.

D'une manière générale, la prévention consiste à suivre ces problématiques tout au long de la conception et du chantier. Ce suivi se fait d'abord par des simulations de plus en plus fine au fur et à mesure que la connaissance du projet et des conditions géotechniques avance, puis par un suivi de chantier par le biais de mesures sur site destinées à faire évoluer les simulations.

Les mesures sur site permettent également de disposer de valeurs fiables permettant de prendre les dispositions nécessaires en cas de constat de situation à risque :

- Définition et dimensionnement des mesures curatives à mettre en œuvre (consolidation, travaux de gros œuvre, etc.) ;
- Evaluation financière de ces mesures ;
- Evaluation financière des éventuelles indemnisations si le risque se transforme en dégâts constatés.

En phase d'exploitation, le suivi par la pose de capteurs permet de disposer de données en cas de problème, en général traduit par une plainte auprès de l'exploitant.

Rappel de la méthodologie retenue par la Société du Grand Paris :

- A partir du tracé, établissement d'une cartographie des zones susceptibles de générer des nuisances vibratoires supplémentaires (par exemple, une zone d'appareil de voie) ;
- Pour chaque zone sensible, identification du type de bâti existant et de la présence d'installations sensibles aux nuisances vibratoires ;
- Pour les points sensibles identifiés, évaluer par simulations les nuisances qui pourraient être transmises par le sol ;
- Au moment des reconnaissances complémentaires précédant la construction du tunnel, réalisation de mesures sur le terrain pour vérifier la pertinence des simulations ;
- Enfin, suivant les résultats obtenus, décider des mesures complémentaires à adopter au niveau de l'assise de la voie : dispositifs antivibratiles plus performants. Pour les sites considérés comme particulièrement sensibles, des dispositifs coûteux et contraignants pour leur maintenance comme par exemple la réalisation de dalles béton dites flottantes pourra être envisagée.
- Une fois l'équipement du tunnel réalisé, des mesures de contrôle seront effectuées.

Des choix qui permettent de réduire les émissions à la source :

Le tronçon de la présente étude s'inscrit dans un contexte favorable, notamment liés aux éléments suivants :

- Les dernières technologies en matière de matériel roulant et de rail limitant les émissions à la source seront mises œuvres.
- Le tracé présenté et retenu est en plan très direct, sans courbes serrées, ce qui participe à limiter les émissions à la source .
- L'infrastructure souterraine est située à en moyenne 20 mètres en dessous du sol (soit un immeuble de 6 étages) et non juste sous la surface du sol comme dans la majeur partie du métro parisien voir du RER quand il n'est pas aérien.

Pour le tronçon Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel, la Société du Grand Paris prévoit la pose systématique d'un système antivibratoire. Il s'agira d'interposer une semelle antivibratile dans la voie, entre le rail et la plateforme, afin de réduire les vibrations à la source. Différentes techniques de semelles et de pose antivibratiles existent. La performance de ces différents dispositifs dépend de l'objectif d'atténuation recherché, entre 3 et 20 décibels.

4.4.6 Synthèse à l'échelle du Grand Paris Express

La synthèse présentée au niveau du projet ci-dessus est pour l'essentiel valable à l'échelle du Grand Paris Express.

En effet, les problématiques générales sont les mêmes, sauf exception localisée :

La nature du projet est la même, sauf au niveau des sections envisagées en aérien (Plateau de Saclay et secteur de Gonesse, à la date de rédaction de ce document) : le futur métro circule dans un tunnel souterrain relié à la surface par les gares et les ouvrages annexes,

La densité de l'urbanisation est la même, avec son corollaire de présence d'immeuble de grande hauteur (donc de fondations profondes), d'ouvrages souterrains à grande profondeur et à vocation au moins régionale,

La nature des terrains rencontrés est basée sur du calcaire dur, du sable et des argiles et marnes, les variations existant dans la répartition des strates rencontrées.

Les zones sensibles aux vibrations présentent donc de nombreuses similitudes : bâtiments proches, ouvrages souterrains proches, bâtiments et ouvrages particuliers (hôpitaux, etc).

L'approche est donc globalement la même :

- Acquisition de connaissances par pose d'instruments de mesure,
- Etablissement d'un état zéro avant chantier à partir de ces mesures,
- Identification des zones et bâtiments et ouvrages à risques,
- Développement de mesures de prévention au moment du chantier,
- Suivi pendant le chantier et mise en œuvre d'actions correctives dès détection d'anomalies,
- Réparation des dommages constatés qui peuvent être réparés,
- Indemnisation des dommages constatés qui ne peuvent pas être réparés.

4.5 Gestions des déblais et milieux pollués (sols et eaux)

4.5.1 Données sur la pollution du milieu souterrain

4.5.1.1 Enjeux identifiés en phase 1 relatifs à la pollution du milieu souterrain

La région Ile-de-France est une région où l'industrie a joué et joue encore un rôle important. L'activité industrielle a pu entrainer des pollutions du sous-sol et des nappes souterraines. Il s'agit d'une problématique majeure à prendre en compte dans tout projet d'aménagement d'infrastructures.

Précisons qu'un site pollué est un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement.

Ces situations sont souvent dues à d'anciennes pratiques sommaires d'élimination des déchets, mais aussi à des fuites, à des épandages de produits chimiques, ou à des retombées de rejets atmosphériques accumulés au cours des années, accidentels ou pas. La pollution présente un caractère concentré, à savoir des teneurs souvent élevées et sur une surface réduite (quelques dizaines d'hectares au maximum). Elle se différencie en cela des pollutions diffuses, comme celles dues à certaines pratiques agricoles ou aux retombées de la pollution automobile près des grands axes routiers.

De par l'origine industrielle de la pollution, la législation relative aux installations classées est la réglementation la plus souvent utilisée pour traiter les situations correspondantes.

Les enjeux se situent à plusieurs niveaux, que le réseau soit aérien ou souterrain :

- la vente d'un terrain comportant des sols pollués peut avoir des enjeux juridiques importants quant à la responsabilité de l'origine de la pollution, du traitement de la pollution et des éventuelles conséquences en cas d'accident ou de problème de santé ayant pour origine la pollution,

- le terrassement et le déplacement de terres polluées nécessitent des précautions particulières ayant une incidence sur le plan financier,

- la réalisation des travaux peut conduire à des migrations de polluants non maîtrisées, dont certaines peuvent avoir des incidences notables,

- selon la configuration du site et du chantier, l'aspect sanitaire peut être important : salubrité de l'eau potable, émission de gaz toxiques et/ou explosifs, risques pour la santé des personnes présentes sur le site.

L'autorité publique met à disposition deux bases de données concernant les sites potentiellement pollués : BASOL et BASIAS.

La base de données BASOL recense les sites potentiellement pollués ayant appelé à une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif. La base est consultable sur le site Internet du Ministère de l'Ecologie, et du Développement Durable (http://basol.ecologie.gouv.fr). Le renseignement puis la mise à jour de BASOL est assuré le plus souvent par l'inspection des installations classées.

La base de données d'Anciens Sites Industriels et Activités de Service (BASIAS) est un inventaire systématique des sites ayant abrité des activités industrielles et de service en France initié dès 1978. Les principaux objectifs de cet inventaire sont :

- de recenser tous les sites industriels abandonnés ou non, susceptibles d'engendrer une pollution de l'environnement,

- de conserver la mémoire de ces sites,

- de fournir, dans les limites des informations récoltées, des informations utiles pour toutes transactions immobilières aux acteurs de l'urbanisme, du foncier et de la protection de l'environnement, aux notaires et les détenteurs des sites, actuels ou futurs,

Il faut souligner que l'inscription d'un site dans la banque de données BASIAS ne préjuge pas d'une pollution avérée à son endroit. La base est consultable sur le site du BRGM (http://basias.brgm.fr).

Dans le rapport 1/3 de l'étude d'impact, une classification des risques de pollution sur l'ensemble du tracé du projet a été réalisée. Sur le tracé, environ 410 sites BASIAS ont été relevés pour 11 sites BASOL. Ces sites BASOL ont fait ou font l'objet d'une dépollution et/ou d'un suivi particulier. Huit des onze sites recensés se situent entre les gares « Saint-Denis-Pleyel » et « Le Blanc-Mesnil ». De manière, plus sporadique, trois sites BASOL se trouvent respectivement sur les communes de Livry-Gargan, Chelles et Noisy-le-Grand.

La section du projet compris entre les gares « Saint-Denis-Pleyel » et « Le Blanc-Mesnil » concentre également beaucoup de sites BASIAS (environ 280 des 410 sites BASIAS se trouvent dans cette zone) et donc concentre préférentiellement les activités potentiellement polluantes.

La seconde zone de concentration à noter sur le projet est observée autour de la gare de « Chelles » (53 des 410 sites BASIAS).

Une répartition moins dense des sites BASIAS est observée sur la partie nord-ouest du projet, entre la gare « Le Blanc-Mesnil » et la gare « Clichy-Montfermeil » et au sud du tronçon autour de la gare « Noisy-Champs ».

Lors des réflexions menées au stade du rapport 1/3 de l'étude, à partir des bases de données BASIAS et BASOL, piliers de toute étude historique et documentaire et de l'expérience acquise, la méthodologie proposée ci-dessous a été mise en place afin de permettre une classification des sites en fonction du risque qu'ils présentent une pollution du milieu souterrain.

Pour évaluer le risque de pollution d'un terrain (risque du milieu souterrain d'être impacté par une pollution provenant d'une activité potentiellement polluante) et hiérarchiser ces sites, l'ensemble des sites présents dans les deux bases de données mentionnées ci-dessus a été recensé et un certain nombre de paramètres liés à la nature de l'activité et des produits utilisés sur ces sites et aux conditions d'utilisation et de stockage de ces produits a été défini.

Grâce au tableau ci-dessous, chaque paramètre a été noté de 0 à 5, en fonction du risque éventuel de pollution du milieu souterrain (5 représentant un risque très fort). Les notes attribuées pour chaque critère ont été additionnées et forment une note finale (entre 0 et 30) affectée au site et caractérisant le risque potentiel de pollution sur le site.

A partir des notes obtenues, il a été possible de hiérarchiser chacun des sites en fonction du risque de pollution qu'il représente. Les sites ont été classés en 4 catégories, en fonction de leur note finale :

- Catégorie 1 pour une note comprise entre 26 et 30, traduisant un risque très fort de pollution, représenté en rouge sur les cartes ;
- Catégorie 2 pour une note comprise entre 20 et 25, traduisant un risque fort de pollution, représenté en orange sur les cartes ;
- Catégorie 3 pour une note comprise entre 10 et 19, traduisant un risque modéré de pollution, représenté en bleu sur les cartes ;
- Catégorie 4 pour une note comprise entre 0 et 9, traduisant un risque faible de pollution, représenté en vert sur les cartes.

La possibilité de remplir le tableau précédent, et donc la fiabilité des données dépendent très fortement des informations disponibles sur les fiches descriptives associées à chaque site BASIAS, le risque étant de classer un site comme potentiellement peu pollué par manque de données.

La fiabilité des données a été définie comme le degré de confiance des informations obtenues sur un site qui s'échelonne entre 0 et 5. Il est basé sur le nombre d'informations disponibles pour remplir le tableau précédent. Plus les informations sont précises, plus la note est élevée.

Les critères pris en compte et les notes attribuées sont récapitulés dans les Tableau 4.5-1 et Tableau 4.5-2 ci-après.

Tableau 4.5-1 : Fiabilité des données

Fiabilité		
Aucune donnée	0	
1 critère du Tableau 4.5-2 ou sous-ensemble connu	1	★
2 critère du Tableau 4.5-2 ou sous-ensemble connus	2	
3 critère du Tableau 4.5-2 ou sous-ensemble connus	3	
4 critère du Tableau 4.5-2 ou sous-ensemble connus	4	●
5 critère du Tableau 4.5-2 ou sous-ensemble connus	5	

La fiabilité est représentée graphiquement sur les figures en fin de chapitre en deux sous-ensembles : les fiabilités de 0 à 3 sont représentées par une étoile tandis que celles de 4 et 5 sont représentées par un rond.

Dans le présent rapport 2/3 de l'étude d'impact, l'objectif est d'analyser l'incidence de la pollution des sols et des nappes souterraines sur la construction des futurs tunnels et des futures gares.

L'étude du risque de pollution au droit des gares envisagées est réalisée à partir des informations du rapport 1/3 de l'étude d'impact, et notamment :

- de la cartographie des sites BASIAS et BASOL,
- des coupes géologiques,
- de la carte des intersections entre les ouvrages souterrains et les nappes identifiées,
- des cartes ADES (Portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines).

La localisation et l'emprise des sites BASIAS-BASOL étant imprécises, les données ci-après relatives au risque de pollution prennent en compte tous les sites situés dans un rayon de 100m autour des gares.

La cotation du risque de pollution et de la fiabilité ont été reprises du rapport 1/3 de l'étude d'impact.

nom de l'exploitant	
Critère (sous ensemble)	**Note**
Type d'activité (risque de pollution lié à la nature de l'activité principale)	
Inconnue	0
Tertiaire	0
Entreposage	1
Fonderie	2
Production ou transformation	3
Réparation et maintenance	4
Stockage, transvasement ou conditionnement des produits chimiques liquides	5
Blanchisserie	5
Installation à risque (risque de pollution lié à la présence des installations potentiellement polluantes)	
Inconnue	0
Chaufferie	1
Transformateur	2
Cabine de peinture	4
Pipe-line	5
Dépôt de liquides inflammables, poste de distribution	5
Type de stockage (risque de pollution lié aux conditions de stockage des produits)	
Inconnue	0
Stockage conditionné dans les entrepôts (bidons)	0
Stockage conditionné en extérieur (bidons)	1
Stockage en vrac sur dallage	2
Stockage en vrac sans dallage	3
Stockage aérien des liquides (cuves)	4
Stockage souterrain des liquides (cuves)	5
Type de produits utilisés (risque de pollution lié à la nature des produits utilisés, leur toxicité, volatilité, solubilité)	
Inconnue	0
Matières inertes (papiers, matériaux de construction, bois…)	0
Matières premières (métaux, engrais…)	1
Charbon	2
Alcools	2
Hydrocarbures lourds (fuel, huiles usagées), PCB	3
Phénols	3
Peintures	4
Hydrocarbures légers (essence)	5
Solvants	5
Volume stocké (risque de pollution lié au volume des produits utilisés)	
Inconnue	0
< 5 m^3	1
5 m^3 < V < 50 m^3	2
V > 50 m^3	3
V >> 50 m^3	5

Etat de réhabilitation (risque d'existence de la pollution)	**Note**
Réhabilité	0
Réhabilitation non nécessaire	1
Pollution avérée mais réhabilitation non urgente	2
Pollution suspectée	3
Réhabilitation partielle déjà réalisée	4
Réhabilitation nécessaire mais non réalisée	5

NOTE FINALE	

Tableau 4.5-2 : Grille de notation des sites BASIAS

4.5.1.2 Etude des gares et des puits d'accès des tunneliers

Les gares et les puits d'accès des tunneliers ont tout particulièrement été étudiés car ces constructions impliquent l'excavation de terres depuis la surface jusqu'à l'emplacement de l'ouvrage (gare ou tunnel). Trois risques liés à la présence de sols et d'eaux souterraines impactés sont identifiés au droit des gares et des puits d'accès des tunneliers :

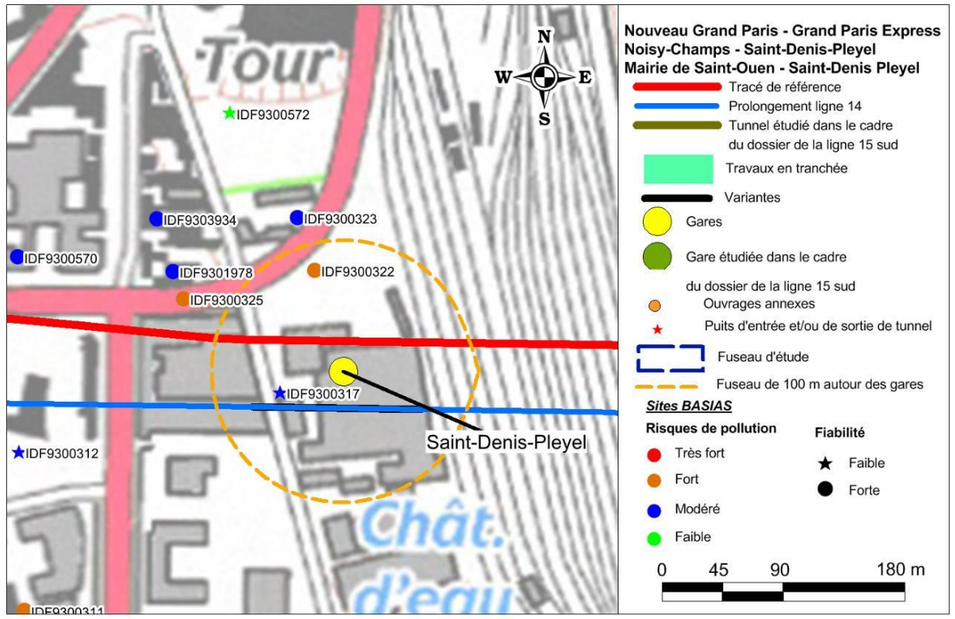
- un risque sanitaire : construire une gare dans un horizon pollué ou dans une nappe polluée peut entrainer un risque sanitaire pour les utilisateurs et les employés de la gare ;
- un risque de surcoût : la prise en charge particulière des sols impactés excavés et des eaux souterraines impactées pompées peut avoir une influence importante sur le budget des travaux (nécessité d'une gestion particulières des terres polluées) ;
- un risque de migration de la pollution à la faveur des travaux (pollution d'horizons non pollués par mise en communication de différents aquifères).

Cette étude met donc en parallèle les zones de pollutions potentielles et les infrastructures envisagées afin de cibler les zones où la pollution aura un impact (a priori négatif) sur le projet.

Les principaux polluants qui peuvent être rencontrés sont :

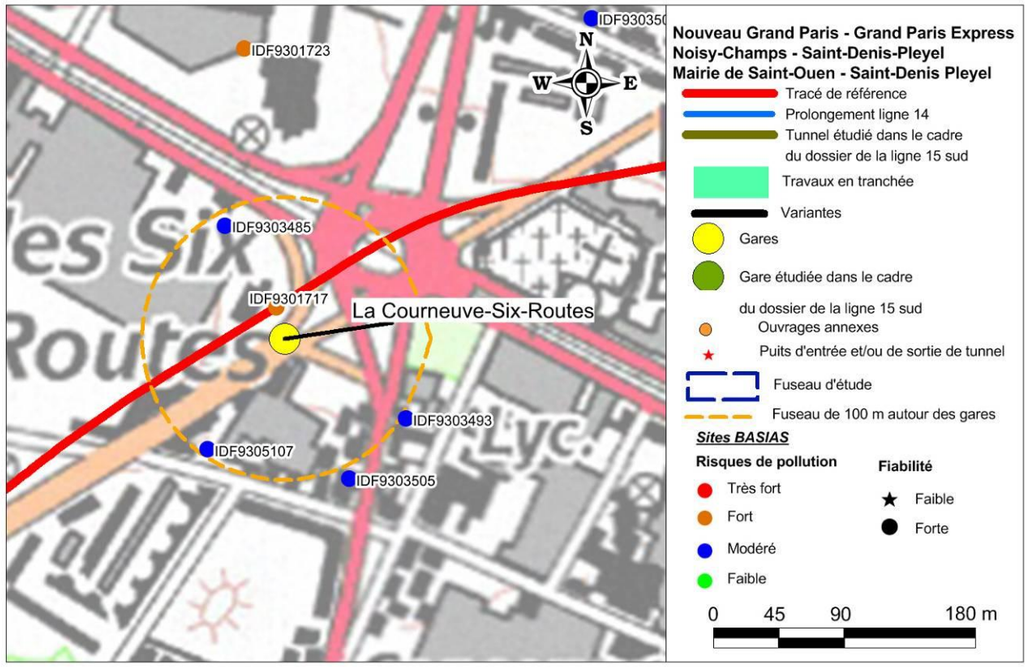
- les métaux et métalloïdes qui sont peu mobiles dans les sols et seront donc principalement localisés dans les horizons de surface,
- les hydrocarbures (HCT, HAP, BTEX,…) qui peuvent migrer en profondeur. Compte-tenu de leur faible densité et de leur faible solubilité, la migration de ces polluants sous forme de phase pure s'arrête au toit de la nappe souterraine, puisqu'ils flottent sur celle-ci,
- les solvants halogénés (COHV), qui, compte-tenu de leur forte densité et de leur forte solubilité, peuvent quant à eux migrer en profondeur, à travers la nappe phréatique, et s'accumuler sur son plancher imperméable.

Gare de Saint-Denis Pleyel



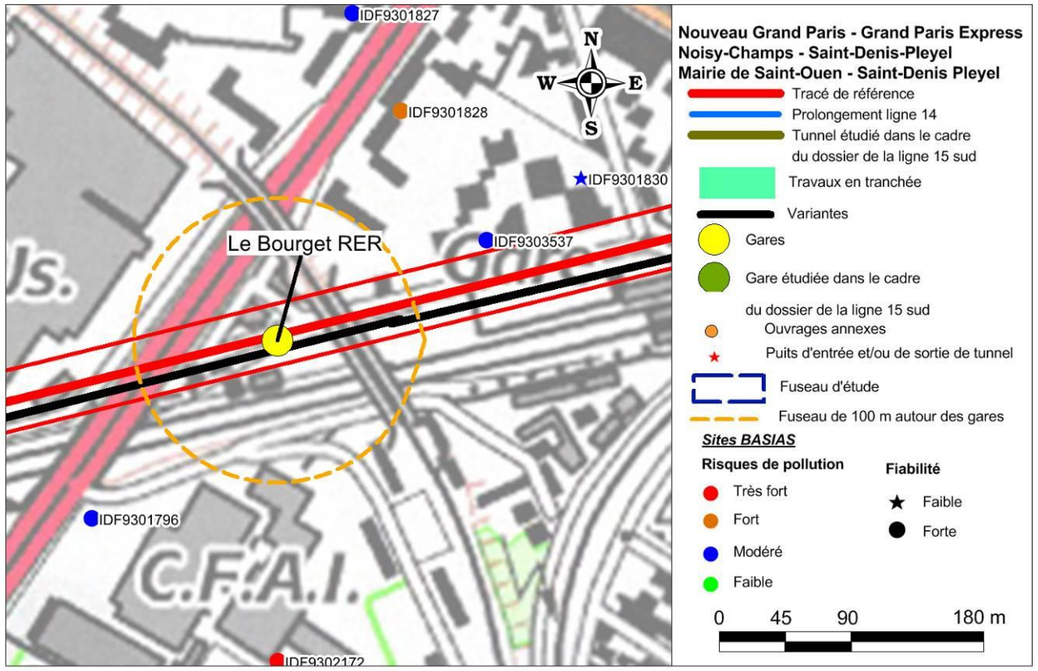
Implantations de la gare de Saint-Denis Pleyel et des sites BASIAS et BASOL	
Profondeur de la gare	30 m (côte approximative du radier+ 4,5 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-2 m : Remblais
	2-4 m : Marnes à pholadomies+ 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses
	4-5 m : Sables verts
	5-15 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen
	15-21 m : Sables de Beauchamp
	21 m et au-delà : Marnes et caillasses
Profondeur de la nappe	6,5 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte approximative + 28 m NGF) La nappe de l'Eocène est séparée de la nappe superficielle par des horizons semi-imperméable en tête des Marnes et Caillasses. Toutefois, son niveau statique s'équilibre avec celui de la nappe de Saint-Ouen.
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 100 m	2 sites BASIAS : - Utilisation de sources radioactives - Fabrication et recharge d'accumulateurs électriques - Garage automobiles - Dépôt de liquides inflammables
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Indice de pollution en HCT, HAP, BTEX et COHV à 900m à l'est de cette gare
Risque de pollution	0-15 m : présence de sites BASIAS, avec potentiels réservoirs enterrés 6,5 m : présence d'une nappe potentiellement impactée
Polluants suspectés dans la nappe	Présence **avérée** de HCT, HAP, BTEX et de COHV dans la nappe générale
Polluants suspectés dans les sols	0-15 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes au droit des sites BASIAS 6,5 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX, COHV, due à l'impact en nappe
Types d'ouvrage	Gare située au sein de la nappe superficielle

Gare de La Courneuve « Six Routes »



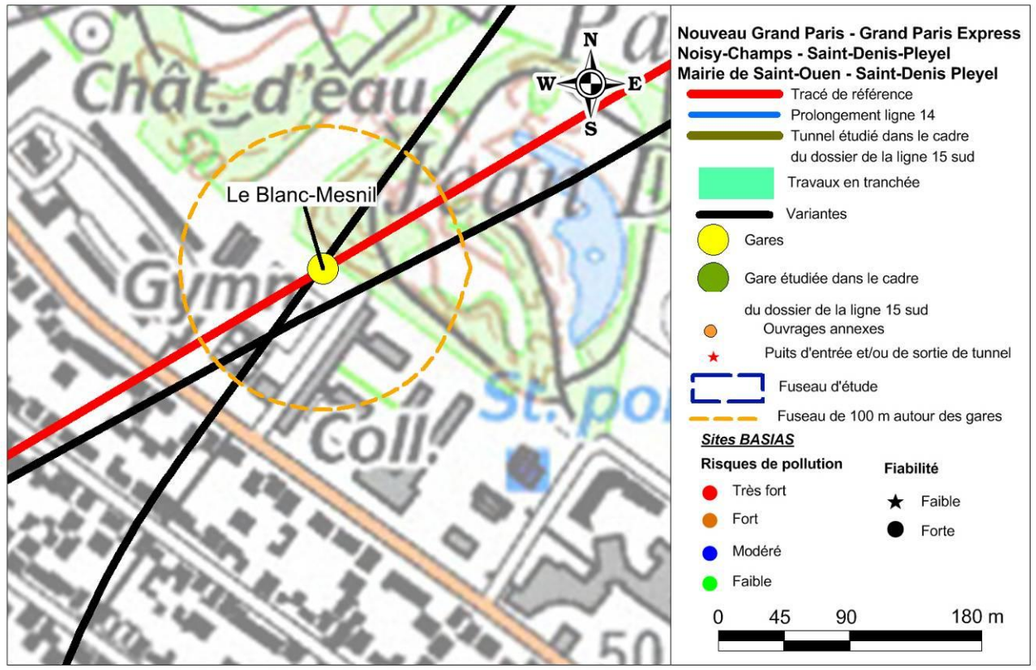
Implantation de la gare La Courneuve « Six Routes »et des sites BASIAS et BASOL	BURGEAP
Profondeur de la gare	25,5 m (côte approximative du radier + 12,5 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-1 m : Remblais
	1-6 m : Marnes à pholadomies+ 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses
	6-8 m : Sables verts
	8-22 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen
	22-33 m : Sables de Beauchamp
	33 m et au-delà : Marnes et caillasses
Profondeur de la nappe	7 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte approximative + 31 m NGF) Une seconde nappe (nappe de l'Eocène inférieur à moyen) est présente au droit de la gare, contenue dans les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier. Cet aquifère réputé captif sous un écran étanche situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, n'est a priori pas concerné par les travaux de réalisation des ouvrages.
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 100 m	4 sites BASIAS : - Garage automobiles - Dépôt de liquides inflammables - Commerce de carburants - Conception d'ensemble et assemblage d'équipements de contrôle des processus industriels
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Aucune information disponible
Risque de pollution	0-15 m : présence de sites BASIAS, avec potentiels réservoirs enterrés 7 m : présence d'une nappe potentiellement impactée (nappe des Calcaires de Saint Ouen)
Polluants suspectés dans la nappe	Présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et de COHV dans la nappe générale
Polluants suspectés dans les sols	0-15 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes au droit des sites BASIAS 7 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX, COHV, due à l'impact en nappe
Types d'ouvrage	Gare située au sein de la nappe superficielle

Gare du Bourget RER



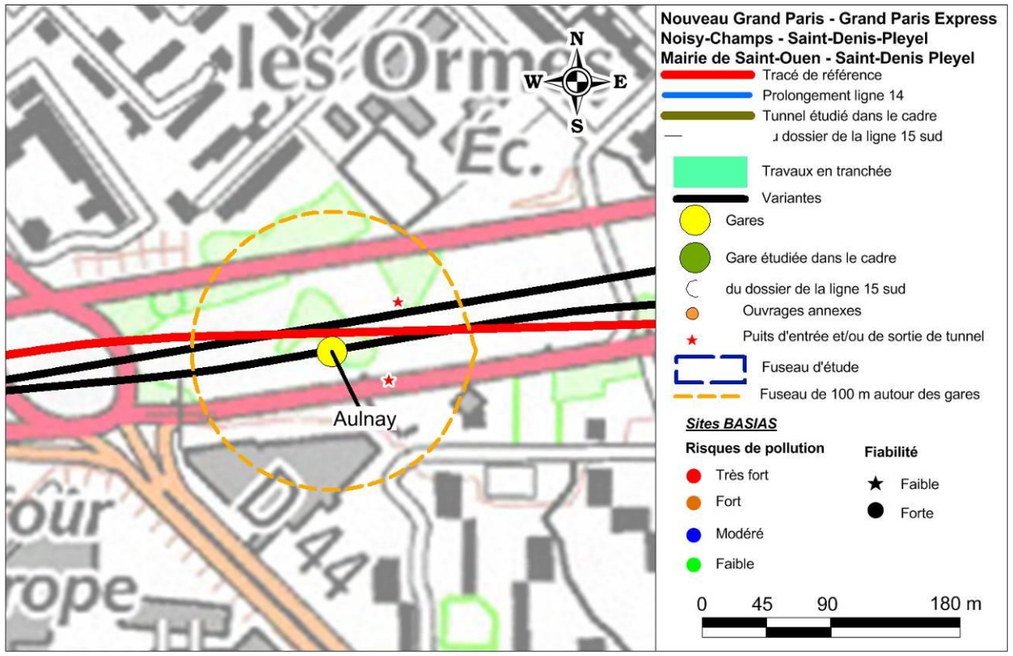
Implantation de la gare du Bourget RER et des sites BASIAS et BASOL	BURGEAP
Profondeur de la gare	25 m (côte approximative du radier + 19 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-2 m : Remblais
	2-3 m : Marnes à pholadomies+ 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses
	3-4 m : Sables verts
	4-16 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen
	16-30 m : Sables de Beauchamp
	30-42 m : Marnes et caillasses
	42- et au-delà : Calcaire grossier
Profondeur de la nappe	7 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte approximative + 37 m NGF) Une seconde nappe (nappe de l'Eocène inférieur à moyen) est présente au droit de la gare, contenue dans les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier. Cet aquifère réputé captif sous un écran étanche situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, n'est a priori pas concerné par les travaux de réalisation des ouvrages.
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 100 m	Aucun
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Indice de pollution en COHV à 200 m au nord de la gare Indice de pollution en HCT et HAP à 1 500 m au nord-est de la gare
Risque de pollution	0-2 m : présence de remblais 7 m : présence d'une nappe impactée en COHV et potentiellement en HCT et HAP
Polluants suspectés dans la nappe	Présence **avérée** de COHV dans la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp
Polluants suspectés dans les sols	0-3 m : présence potentielle de HCT, HAP, COHV, BTEX, métaux et métalloïdes dans les remblais 7 m : présence potentielle de COHV due à l'impact en nappe
Types d'ouvrage	Gare située au sein de la nappe superficielle

Gare du Blanc Mesnil



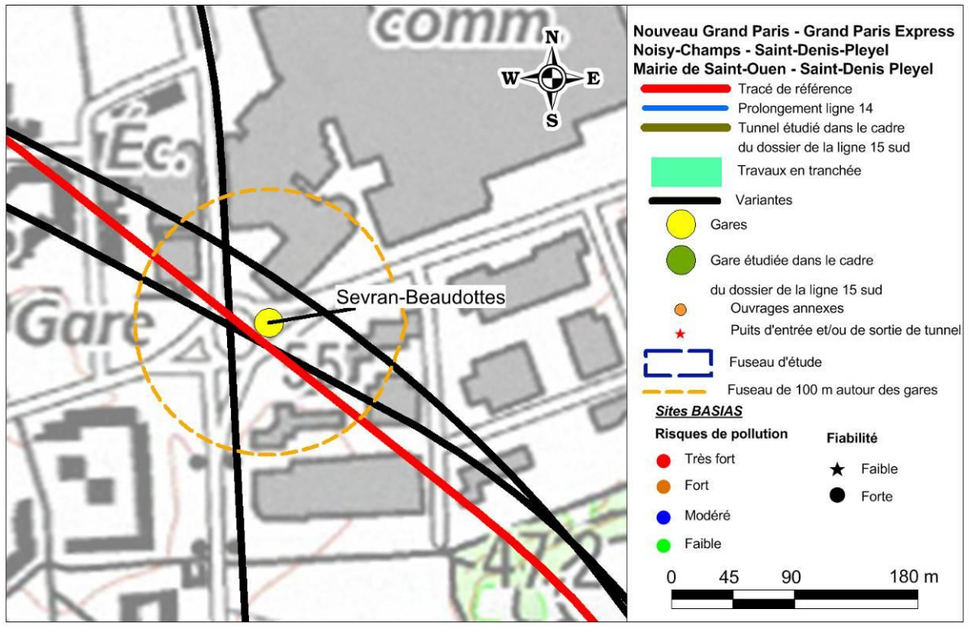
Implantation de la gare du Blanc Mesnil et des sites BASIAS et BASOL	BURGEAP
Profondeur de la gare	25 m (côte approximative du radier + 25 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-2 m : Remblais
	2-9 m : Marnes à pholadomies + 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses
	9-16 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen
	16-30 m : Sables de Beauchamp
	30-44 m : Marnes et caillasses
	44 m et au-delà : Calcaire Grossier
Profondeur de la nappe	6 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte approximative + 44 m NGF) Une seconde nappe (nappe de l'Eocène inférieur à moyen) est présente au droit de la gare, contenue dans les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier. Cet aquifère réputé captif sous un écran étanche situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, n'est a priori pas concerné par les travaux de réalisation des ouvrages.
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 100 m	Aucun
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Aucune information disponible
Risque de pollution	0-2 m : présence de remblais 9 m : présence d'une nappe potentiellement impactée (nappe des Calcaires de Saint Ouen)
Polluants suspectés dans la nappe	Présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et de COHV dans la nappe générale
Polluants suspectés dans les sols	0-2 m : présence potentielle de HCT, HAP, COHV, BTEX, métaux et métalloïdes dans les remblais 9 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et de COHV due à l'impact en nappe
Types d'ouvrage	Gare située au sein de la nappe superficielle

Gare d'Aulnay



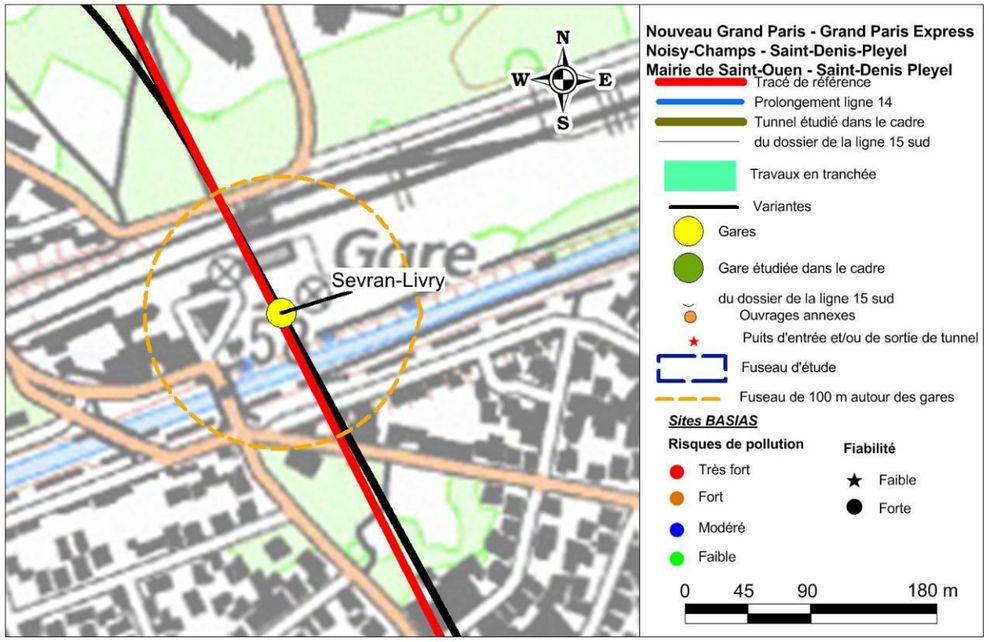
Implantation de la gare d'Aulnay et des sites BASIAS et BASOL	BURGEAP
Profondeur de la gare	18,8 m (côte approximative du radier + 39,2 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-1 m : Limons de plateaux
	1-2 m : Marnes à pholadomies + 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses
	2-14 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen
	14-23 m : Sables de Beauchamp
	23-41 : Marnes et caillasses
	41 m et au-delà : Calcaires grossiers
Profondeur de la nappe	9,5 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte approximative + 48 m NGF) Une seconde nappe (nappe de l'Eocène inférieur à moyen) est présente au droit de la gare, contenue dans les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier. Cet aquifère réputé captif sous un écran étanche situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, n'est a priori pas concerné par les travaux de réalisation des ouvrages.
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 100 m	Aucun
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Aucune information disponible
Risque de pollution	0-1 m : présence de remblais 2 m : présence d'une nappe potentiellement impactée (nappe des Calcaires de Saint Ouen)
Polluants suspectés dans la nappe	Présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et de COHV dans la nappe générale
Polluants suspectés dans les sols	0-1 m : présence potentielle de HCT, HAP, COHV, BTEX, métaux et métalloïdes dans les remblais 2 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et de COHV due à l'impact en nappe
Types d'ouvrage	Gare située au sein de la nappe superficielle

Gare de Sevran-Beaudottes



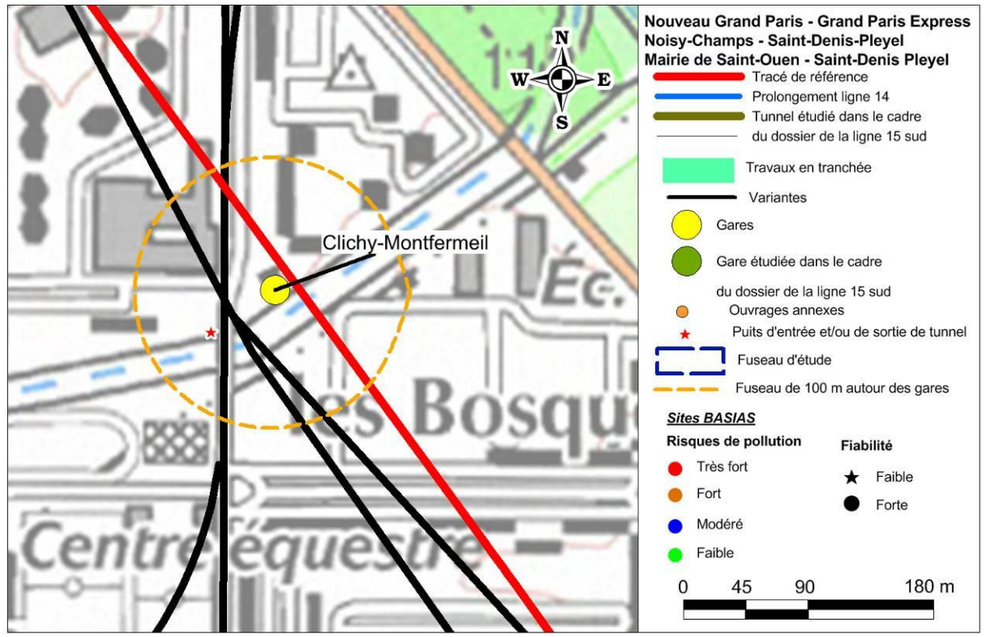
Implantation de la gare de Sevran-Beaudottes et des sites BASIAS et BASOL	BURGEAP
Profondeur de la gare	33 m (côte approximative du radier + 24 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-3 m : Alluvions anciennes
	3-9 m : Marnes à pholadomies + 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses
	9-20 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen
	20-32 m : Sables de Beauchamp
	32-54 m : Marnes et caillasses
	54 m et au-delà : Calcaires grossiers
Profondeur de la nappe	3 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte approximative + 54 m NGF) Une seconde nappe (nappe de l'Eocène inférieur à moyen) est présente au droit de la gare, contenue dans les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier. Cet aquifère réputé captif sous un écran étanche situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, n'est a priori pas concerné par les travaux de réalisation des ouvrages.
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 100 m	Aucun
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Aucune information disponible
Risque de pollution	0-1 m : présence de remblais 3 m : présence d'une nappe potentiellement impactée (nappe des Calcaires de Saint Ouen)
Polluants suspectés dans la nappe	Présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et de COHV dans la nappe générale
Polluants suspectés dans les sols	0-1 m : présence potentielle de HCT, HAP, COHV, BTEX, métaux et métalloïdes dans les remblais 3 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et de COHV due à l'impact en nappe
Types d'ouvrage	Gare située au sein de la nappe superficielle

Gare de Sevran-Livry



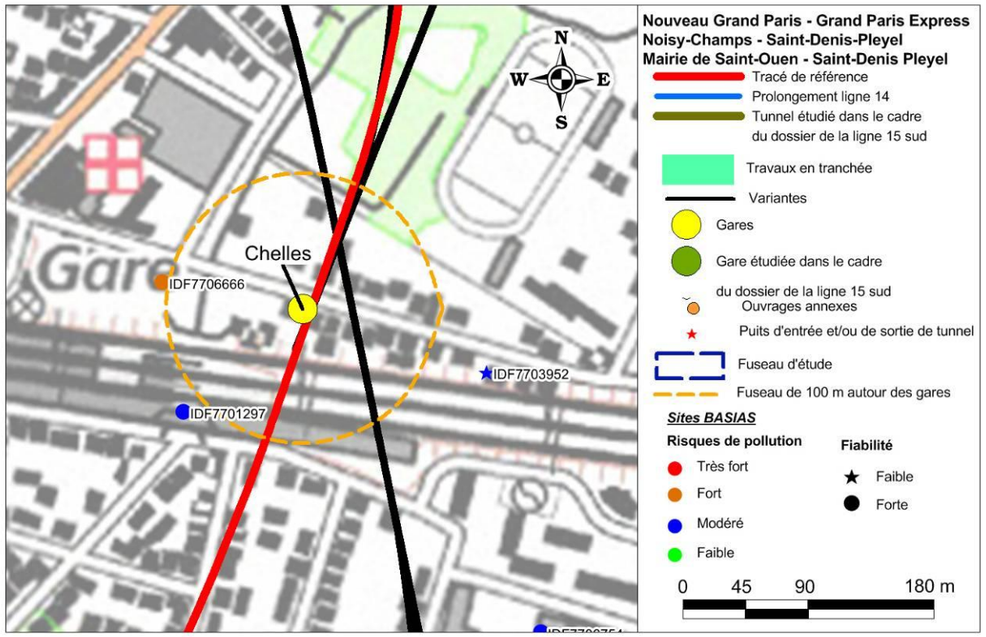
Implantation de la gare de Sevran-Livry et des sites BASIAS et BASOL	BURGEAP
Profondeur de la gare	23 m (côte approximative du radier + 33 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-1 m : Remblais / Alluvions modernes
	1-2 m : Alluvions anciennes
	2-6 m : Marnes à pholadomies + 4ème masse de gypse + marnes infra-gypseuses
	6-17 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen
	17-28 m : Sables de Beauchamp
	28 m et au-delà : Marnes et caillasses
Profondeur de la nappe	2 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte approximative + 54 m NGF) Une seconde nappe (nappe de l'Eocène inférieur à moyen) est présente au droit de la gare, contenue dans les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier. Cet aquifère réputé captif sous un écran étanche situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, n'est a priori pas concerné par les travaux de réalisation des ouvrages.
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 100 m	Aucun
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Aucune information disponible
Risque de pollution	0-1 m : présence de remblais 2 m : présence d'une nappe potentiellement impactée (nappe des Calcaires de Saint Ouen)
Polluants suspectés dans la nappe	Présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et de COHV dans la nappe générale
Polluants suspectés dans les sols	0-1 m : présence potentielle de HCT, HAP, COHV, BTEX, métaux et métalloïdes dans les remblais 2 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et de COHV due à l'impact en nappe
Types d'ouvrage	Gare située au sein de la nappe superficielle

Gare de Clichy-Montfermeil



Implantation de la gare de Clichy-Montfermeil et des sites BASIAS et BASOL	
Profondeur de la gare	25 m (côte approximative du radier + 89m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-4 m : Remblais
	4-8 m : Calcaire de Brie
	8-15 m : Argile verte
	15-29 m : Marnes supra-gypseuses
	29 et au-delà : Masses et marnes du gypse
Profondeur de la nappe	Les piézomètres mis en place dans le cadre de la mission G11 ont révélé la présence d'un niveau d'eau dans les marnes supra-gypseuses à 16 m de profondeur (cote approximative + 98 NGF). Une nappe peu productive pourrait être présente dans les calcaires de Brie.
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 100 m	Aucun
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Aucune information disponible
Risque de pollution	0-4 m : présence de remblais 4 m : présence d'une nappe potentiellement impactée (nappe des Calcaires de Brie)
Polluants suspectés dans la nappe	Présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et de COHV dans la nappe superficielle
Polluants suspectés dans les sols	0-4 m : présence potentielle de HCT, HAP, COHV, BTEX, métaux et métalloïdes dans les remblais 4 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et de COHV due à l'impact en nappe
Types d'ouvrage	Gare située au sein de la nappe sous-jacente

Gare de Chelles



Implantation de la gare de Chelles et des sites BASIAS et BASOL	
Profondeur de la gare	29 m (côte approximative du radier + 11 m NGF)
Géologie au droit de la gare	0-5 m : Remblais
	5-13 m : Alluvions anciennes
	13-19 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen
	19-26 m : Sables de Beauchamp
	26-47 m : Marnes et caillasses
	47 m et au-delà : Calcaire grossiers
Profondeur de la nappe	0 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte approximative + 40 m NGF) La nappe de l'Eocène est séparée de la nappe superficielle par l'horizon semi-imperméable des Marnes et Caillasses. Toutefois, son niveau statique s'équilibre avec celui de la nappe de Saint-Ouen.
Sites BASIAS/BASOL dans un rayon de 100 m	2 sites BASIAS : - Garage automobiles - Dépôt de liquides inflammables
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Indice de pollution en HAP et BTEX à 150m au sud-est de cette gare
Risque de pollution	0-15 m : présence de sites BASIAS, avec potentiels réservoirs enterrés 0 m : présence d'une nappe potentiellement impactée
Polluants suspectés dans la nappe	Présence **avérée** de HAP et BTEX dans la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp. Compte-tenu de sa très faible profondeur cette nappe est très vulnérable face à une éventuelle pollution en provenance de la surface
Polluants suspectés dans les sols	0-15 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes au droit des sites BASIAS 0 m : présence potentielle de HAP et BTEX due à l'impact en nappe
Types d'ouvrage	Gare située au sein de la nappe superficielle

4.5.1.3 Etude des tunnels

Les tunnels ont également été étudiés, car des terres et des eaux contaminées pourraient être mobilisées lors des travaux d'excavation. Deux types de surcoûts liés à la présence de sols et d'eaux souterraines contaminés sont possibles sur l'ensemble du linéaire :

- un surcoût de traitement ou d'évacuation des terres potentiellement contaminées,
- un surcoût de traitement des boues potentiellement polluées pompées au niveau de l'organe de creusement des tunneliers.

Par ailleurs, au-delà du risque financier, plusieurs types de risques peuvent être induits par la présence de sols et d'eaux contaminés au droit du tunnel :

- un risque d'agressivité du sol ou de l'eau vis-à-vis des bétons utilisés pour la construction des ouvrages, ainsi qu'un risque de corrosion pour les armatures du tunnel voire pour le tunnelier en phase travaux ;
- un risque sanitaire pour les travailleurs en phase travaux ; le risque pour les usagers est très faible compte tenu des faibles durées d'exposition en un même point ;
- un risque de migration des pollutions lorsque les tunnels interceptent plusieurs nappes.

Les principaux polluants qui peuvent être rencontrés sont :

- les hydrocarbures (HCT, HAP, BTEX,…) qui peuvent migrer en profondeur. 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,
- les solvants halogénés (COHV), qui, compte-tenu de leur forte densité et de leur forte solubilité, peuvent quant à eux migrer en profondeur, à travers la nappe phréatique, et s'accumuler sur son plancher imperméable.

Ainsi, les tronçons du tunnel situés sous le niveau de la nappe superficielle sont jugés peu sensibles aux pollutions de surface. Ils ne feront l'objet d'une analyse spécifique que si la nappe est contaminée.

Le paragraphe suivant s'applique à présenter les interactions potentielles entre l'infrastructure et le sous-sol. Il propose :

- une analyse des sections de linéaire situées au sein d'une nappe polluée ;
- une analyse des sections de linéaire émergées, c'est-à-dire positionnées entre la surface du sol et la première nappe rencontrée.

Cette étude permet donc de cibler les zones où la pollution aura un impact négatif sur le projet.

L'étude du risque de pollution au droit des sections de linéaire non immergées ou de ceux situés au sein d'une nappe potentiellement polluée est réalisée à partir des informations renseignées au sein du rapport 1/3 de l'étude d'impact.

Tronçons immergés au sein d'une zone contaminée

Tronçon immergé de Saint-Denis-Pleyel au Stade de France

La section du projet située entre Saint-Denis-Pleyel et la D20, qui se trouve entre les gares de Saint Denis Pleyel et le puits OA332, intercepte à la nappe des Calcaires de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp et la nappe de l'Eocène inférieur à moyen.

D'après les informations disponibles et présentées en **Figure 4.5-1**, cette nappe est polluée en COHV, HCT, HAP et BTEX à proximité de la gare de Saint-Denis Pleyel et du Stade de France. L'ensemble de cette section du projet interceptant les nappes des Calcaires de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp et de l'Eocène inférieur à moyen, il est supposé que la nappe peut être impactée sur l'ensemble de la section.

Les caractéristiques de ce tronçon sont synthétisés ci-après.

Tronçon immergé de Saint-Denis-Pleyel au Stade de France, entre les puits n° OA330 et OA332	
Tronçon immergé ou non	Immergé
Profondeur moyenne du tronçon	30 m (côte approximative + 5 NGF)
Géologie moyenne au droit du tronçon	0-2 m : Remblais
	2-4 m : Marnes à pholadomies
	4-5 m : Sables verts
	5-15 m : Calcaires de Saint-Ouen
	15-21 m : Sables de Beauchamp
	21 m et au-delà : Marnes et caillasses
Profondeur minimale de la nappe	6,5 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte d'environ + 28 NGF) Une seconde nappe (nappe de l'Eocène inférieur à moyen) est présente dans les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier au droit du tronçon. Cet aquifère réputé captif sous un écran étanche situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, n'est a priori pas concerné par les travaux de réalisation des ouvrages.
Qualité de la nappe (base de données ADES et BASOL)	Indice de pollution en COHV, BTEX, HCT et HAP à proximité du tracé et présence de nombreux sites BASIAS et BASOL
Risque de pollution	6,5 m : présence d'une nappe impactée en COHV, BTEX, HCT et HAP
Polluants suspectés dans la nappe	Présence **avérée** de COHV, BTEX, HCT et HAP dans la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp
Polluants suspectés dans les sols	6,5 m : présence de COHV dans les divers horizons (nappe impactée)
Type d'ouvrage	Tronçon situé au sein de la nappe superficielle

Tronçon immergé du Stade de France à la D114

La section du projet située entre la D20 et la bretelle d'accès à la A1 située à La Courneuve, qui se trouve entre les puits OA332 de Saint Denis Pleyel et OA342 de La Courneuve, intercepte la nappe des Calcaires de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp.

D'après les informations disponibles et présentées en **Figure 4.5-1**, cette nappe est polluée en COHV, HCT, HAP et BTEX à proximité de la gare de Saint-Denis-Pleyel. L'ensemble de cette section du projet étant situé au sein de la nappe des Calcaires de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp, il est supposé que la nappe peut être impactée sur l'ensemble de la section.

Les caractéristiques de ce tronçon sont synthétisés ci-après.

Tronçon immergé du Stade de France à la D114, entre les puits n°OA332 et342 OA	
Tronçon immergé ou non	Immergé
Profondeur moyenne du tronçon	25 m (côte approximative + 12 NGF)
Géologie moyenne au droit du tronçon	0-1 m : Remblais
	1-6 m : Marnes à pholadomies
	6-8 m : Sables verts
	8-22 m : Calcaires de Saint-Ouen
	22-33 m : Sables de Beauchamp
	33 m et au-delà : Marnes et caillasses
Profondeur minimale de la nappe	7 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte d'environ + 31 NGF) Une seconde nappe (nappe de l'Eocène inférieur à moyen) est présente dans les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier au droit du tronçon. Cet aquifère réputé captif sous un écran étanche situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, n'est a priori pas concerné

	par les travaux de réalisation des ouvrages.
Qualité de la nappe (base de données ADES et BASOL)	Indice de pollution en COHV, BTEX, HCT et HAP à proximité du tracé et présence de nombreux sites BASIAS et BASOL
Risque de pollution	7 m : présence d'une nappe impactée en COHV, BTEX, HCT et HAP
Polluants suspectés dans la nappe	Présence **avérée** de COHV, BTEX, HCT et HAP dans la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp
Polluants suspectés dans les sols	7 m : présence de COHV dans les divers horizons (nappe impactée)
Type d'ouvrage	Tronçon situé au sein de la nappe superficielle et de la nappe plus profonde

- **<u>Tronçon immergé autour de la gare du Bourget RER</u>**

La section du projet située entre La zone industrielle Les Platanes et la zone industrielle à l'ouest du Bourget, qui se trouve entre le puits OA343 et l'est de la gare Le Bourget RER, intercepte la nappe des Calcaires de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp.

D'après les informations disponibles et présentées en **Figure 4.5-2**, cette nappe est polluée en COHV, HCT et HAP à proximité de la gare du Bourget RER. L'ensemble de cette section du projet étant situé au sein de la nappe des Calcaires de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp, il est supposé que la nappe peut être impactée sur l'ensemble de la section.

Les caractéristiques de ce tronçon sont synthétisés ci-après.

Tronçon immergé autour de la gare du Bourget RER, entre les puits OA343 et P12B	
Tronçon immergé ou non	Immergé
Profondeur moyenne du tronçon	25 m (côte approximative + 19 NGF)
Géologie moyenne au droit du tronçon	0-2 m : Remblais
	2-3 m : Marnes à pholadomies
	3-4 m : Sables verts
	4-16 m : Calcaires de Saint-Ouen
	16-30 m : Sables de Beauchamp
	30-42 m : Marnes et caillasses
Profondeur minimale de la nappe	7 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte d'environ + 37 NGF) Une seconde nappe (nappe de l'Eocène inférieur à moyen) est présente dans les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier au droit du tronçon. Cet aquifère réputé captif sous un écran étanche situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, n'est a priori pas concerné

	par les travaux de réalisation des ouvrages.
Qualité de la nappe (base de données ADES et BASOL)	Indice de pollution en COHV, HCT et HAP à proximité du tracé et présence de nombreux sites BASIAS et BASOL
Risque de pollution	7 m : présence d'une nappe impactée en COHV, HCT et HAP
Polluants suspectés dans la nappe	Présence **avérée** de COHV, HCT et HAP dans la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp
Polluants suspectés dans les sols	7 m : présence de COHV dans les divers horizons (nappe impactée)
Type d'ouvrage	Tronçon situé au sein de la nappe superficielle

- **<u>Tronçon immergé de la rue du Parc à Le Blanc Mesnil à l'A3</u>**

La section du projet située entre la rue du Parc à Le Blanc Mesnil à l'A3, qui se trouve entre le puits P13B et le puits P21H, intercepte la nappe des Calcaires de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp.

D'après les informations disponibles et présentées en **Figure 4.5-2**, cette nappe est polluée en COHV, HCT et HAP à proximité de la gare du Bourget RER. L'ensemble de cette section du projet étant situé au sein de la nappe des Calcaires de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp, et au droit d'une zone de forte concentration de sites BASIAS, il est supposé que la nappe peut être impactée sur l'ensemble de la section.

Les caractéristiques de ce tronçon sont synthétisés ci-après.

Tronçon immergé de la rue du Parc à Le Blanc Mesnil à l'A3, entre les puits n° P13B et P21H	
Tronçon immergé ou non	Immergé
Profondeur moyenne du tronçon	25 m (côte approximative + 25 NGF)
Géologie moyenne au droit du tronçon	0-2 m : Remblais
	2-8 m : Marnes à pholadomies
	8-9 m : Sables verts
	9-20 m : Calcaires de Saint-Ouen
	20-22 m : Sables de Beauchamp
	22-43 m : Marnes et caillasses
Profondeur minimale de la nappe	6 m : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte d'environ + 44 NGF) Une seconde nappe (nappe de l'Eocène inférieur à moyen) est présente dans les Marnes et Caillasses et le Calcaire Grossier au droit du tronçon. Cet aquifère réputé captif sous un écran

	étanche situé en partie inférieure des Sables de Beauchamp et supérieure des Marnes et Caillasses, n'est a priori pas concerné par les travaux de réalisation des ouvrages.
Qualité de la nappe (base de données ADES et BASOL)	Indice de pollution en COHV, BTEX, HCT et HAP à proximité du tracé et présence de nombreux sites BASIAS et BASOL
Risque de pollution	6 m : présence d'une nappe impactée en COHV, BTEX, HCT et HAP
Polluants suspectés dans la nappe	Présence **avérée** de COHV, BTEX, HCT et HAP dans la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp
Polluants suspectés dans les sols	6 m : présence de COHV dans les divers horizons (nappe impactée)
Type d'ouvrage	Tronçon situé au sein de la nappe superficielle

- **<u>Tronçon immergé près de la gare de Chelles</u>**

La section du projet située dans le secteur de la gare de Chelles, qui se trouve entre la rue des Sources à Chelles et la Marne, intercepte les nappes du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp et de l'Eocène inférieur à moyen.

D'après les informations disponibles et présentées en **Figure 4.5-3**, cette nappe est polluée en COHV, HCT, HAP et BTEX à 200 m du tracé du tronçon. L'ensemble de cette section du projet interceptant la nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp, il est supposé que la nappe peut être impactée sur l'ensemble de la section.

Les caractéristiques de ce tronçon sont synthétisés ci-après.

Tronçon immergé à proximité de la gare de Chelles, entre les puits n°P63B et P73	
Tronçon immergé ou non	Immergé
Profondeur moyenne du tronçon	29 m (côte approximative du radier + 11 m NGF)
Géologie moyenne au droit du tronçon	0-5 m : Remblais
	5-13 m : Alluvions anciennes
	13-19 m : Marno-Calcaire de Saint Ouen
	19-26 m : Sables de Beauchamp
	26-47 m : Marnes et caillasses
	47 m et au-delà : Calcaire grossiers
Profondeur minimale de la nappe	Subsurface : nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp (côte approximative + 40 m NGF) La nappe de l'Eocène est séparée de la nappe superficielle par l'horizon semi-imperméable des Marnes et Caillasses. Toutefois, son niveau statique s'équilibre avec celui de la nappe de Saint-Ouen.
Qualité de la nappe (base de données ADES et BASOL)	Indice de pollution en BTEX et HAP à 200 m et présence de sites BASIAS et BASOL
Risque de pollution	Subsurface : présence d'une nappe impactée en BTEX et HAP
Polluants suspectés dans la nappe	Présence **avérée** de BTEX et HAP dans la nappe des Marnes supragypseuses
Polluants suspectés dans les sols	Subsurface : présence de BTEX et HAP dans les divers horizons (nappe impactée)
Type d'ouvrage	Tronçon situé au sein de la nappe superficielle

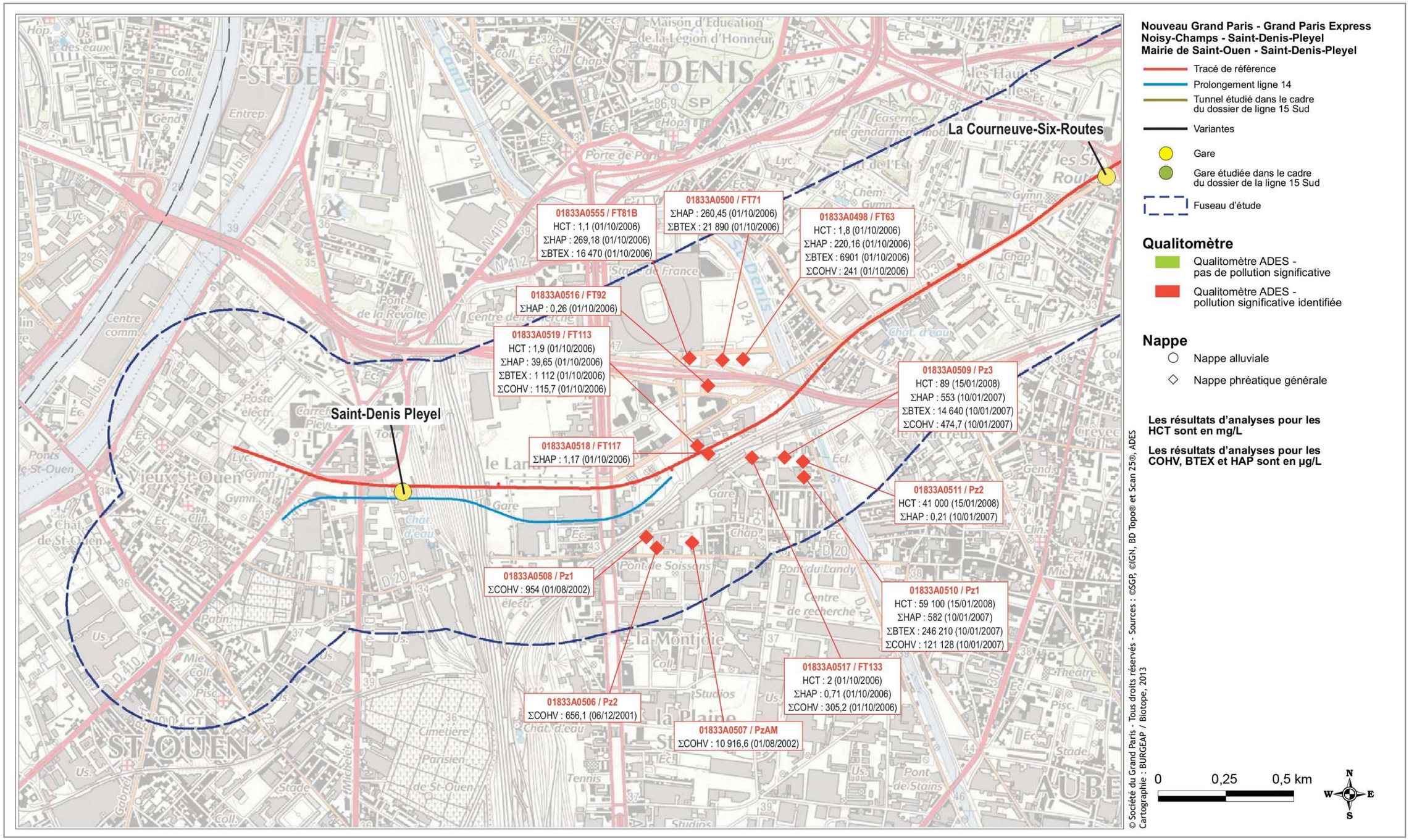


Figure 4.5-1 : Données de qualité des eaux souterraines près de la gare Saint-Denis Pleyel

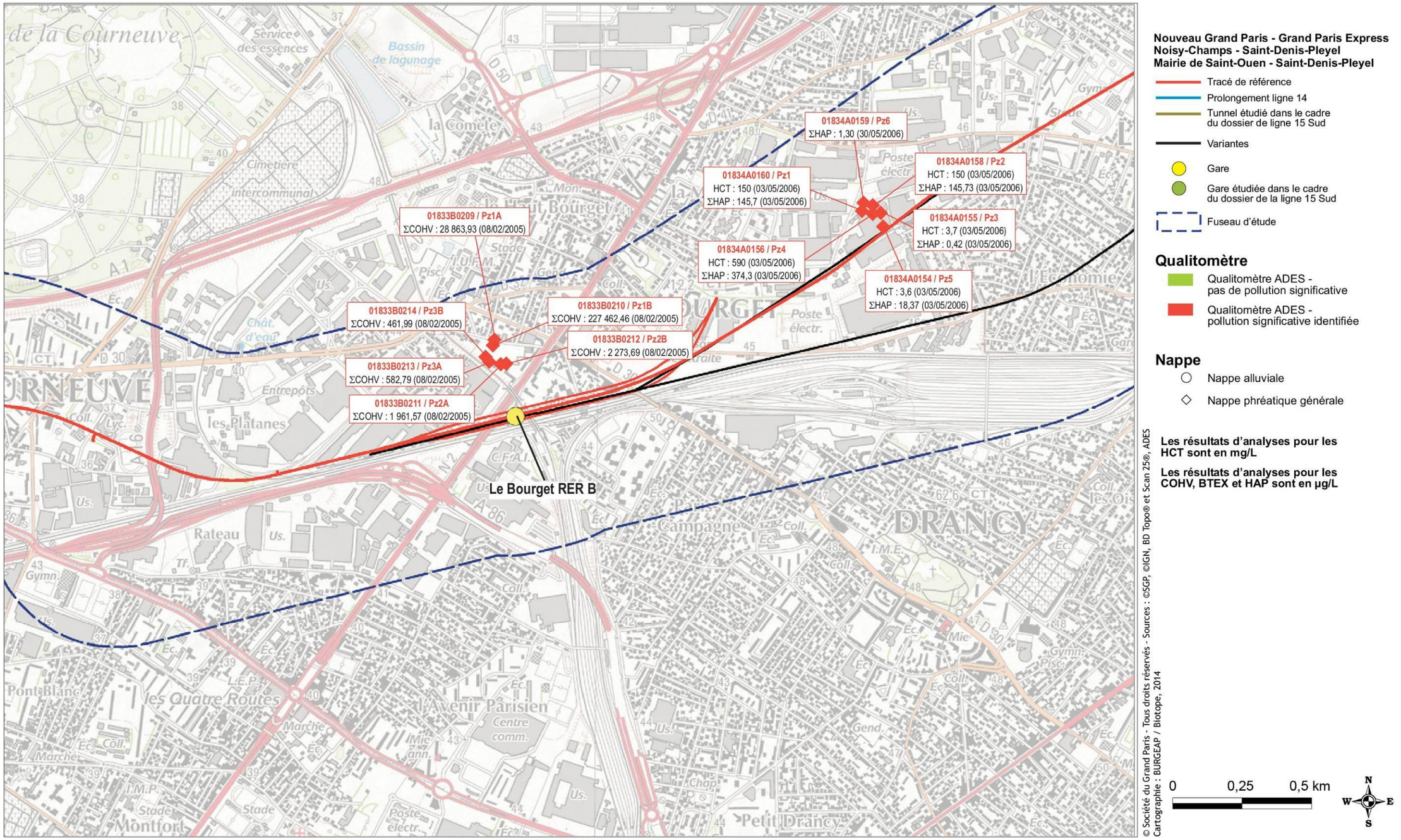


Figure 4.5-2 : Données de qualité des eaux souterraines près de la gare du Bourget RER

- **Tronçon immergé à Champs-sur-Marne, entre le boulevard de la République et la D199**

La section du projet située sur la commune de Champs-sur-Marne, entre le boulevard de la République et la D199 intercepte la nappe du Calcaire de Champigny.

D'après les informations disponibles et présentées en **Figure 4.5-3**, cette nappe présente ponctuellement une pollution en HCT et BTEX à 450 m du tracé du tronçon. L'ensemble de cette section du projet étant situé au sein de la nappe du Calcaire de Champigny, il est supposé que la nappe peut potentiellement être impactée sur l'ensemble de la section.

Les caractéristiques de ce tronçon sont synthétisés ci-après.

Tronçon immergé entre le boulevard de la République et la D199, entre les puits n° P73 et P74	
Tronçon immergé ou non	Supposé immergé
Profondeur moyenne du tronçon	30 m (côte du radier allant de + 50 m NGF à + 40 m NGF car le tracé suit la dénivellation du terrain naturel)
Géologie moyenne au droit du tronçon	0-10 m : Eboulis et colluvions
	10-12 m : Marnes de Pantin (absentes au nord du tronçon)
	12-16 m : Marnes d'Argenteuil
	16-31 m : Calcaire de Champigny
	31-32 m : Sables verts
	32 m et au-delà : Calcaire de Saint-Ouen
Profondeur minimale de la nappe	Environ 14 m : nappe supposée du Calcaire de Champigny (côte supposée de + 65 m NGF à + 50 m NGF) Une seconde nappe (nappe du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp) est présente au droit de ce secteur, contenue dans le Calcaire de Saint-Ouen. Cet aquifère pourrait être en relation hydraulique avec la nappe sus-jacente car aucun horizon imperméable ne les sépare. Cette nappe est concerné par les travaux des ouvrages au nord du secteur.
Qualité de la nappe (base de données ADES et BASOL)	Indice de pollution en BTEX et HCT à 450 m
Risque de pollution	10-31 m : présence d'une nappe impactée en BTEX et HCT
Polluants suspectés dans la nappe	Présence **avérée** de BTEX et HCT dans la nappe du Calcaire de Champigny
Polluants suspectés dans les sols	10-30 m : présence de BTEX et HCT dans les divers horizons (nappe impactée)
Type d'ouvrage	Tronçon situé au sein de la nappe superficielle

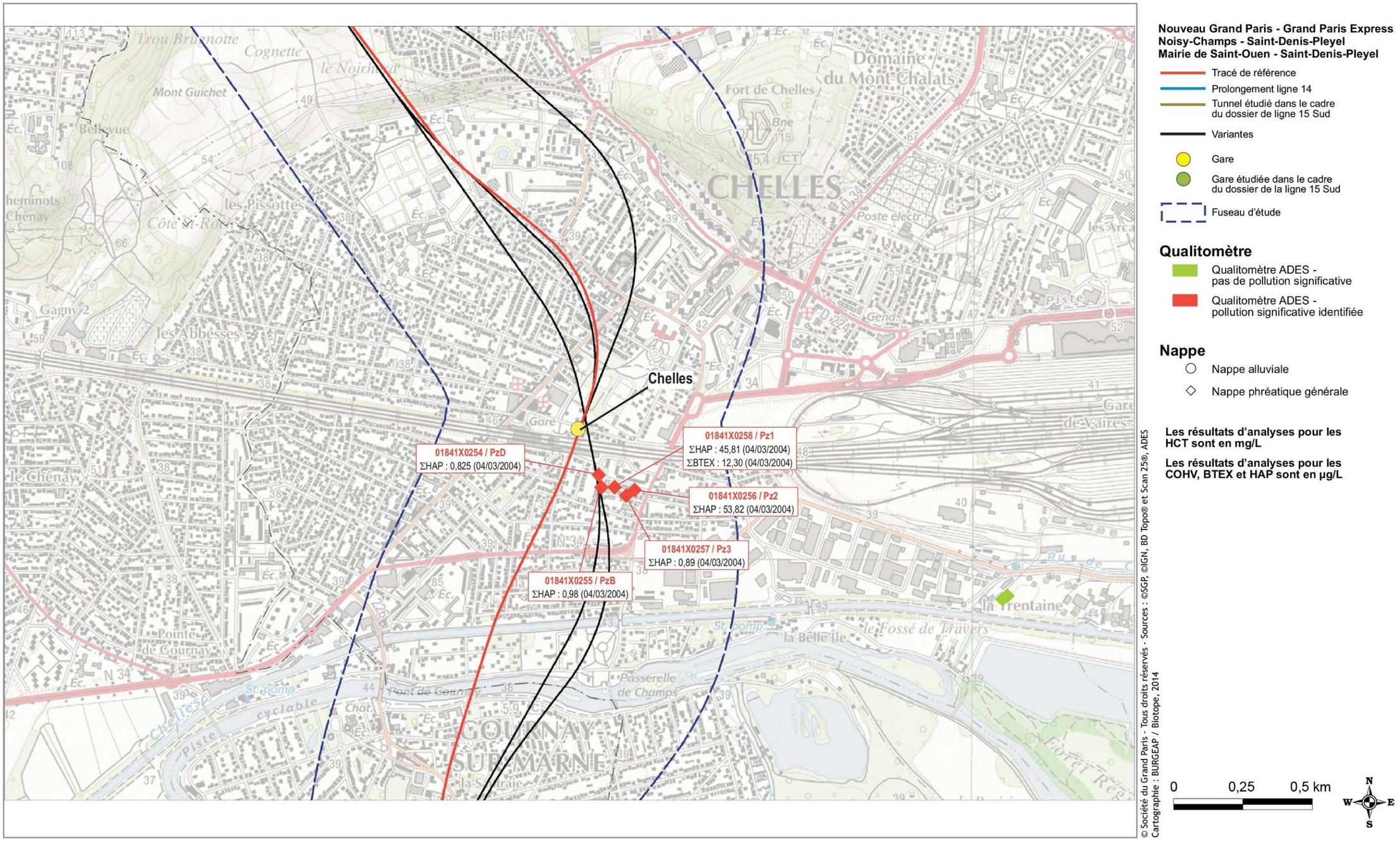


Figure 4.5-3 : Données de qualité des eaux souterraines près de la gare de Chelles

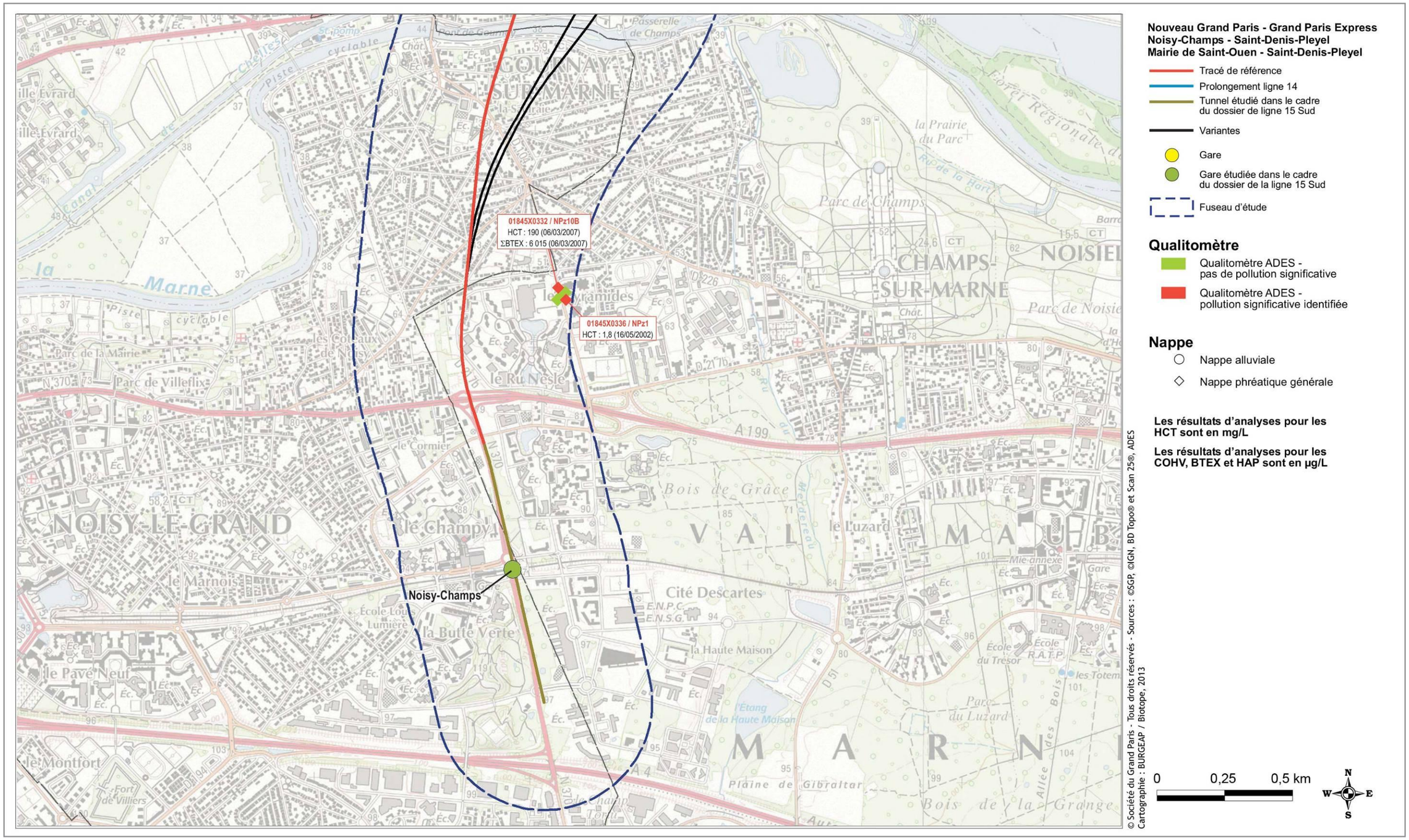
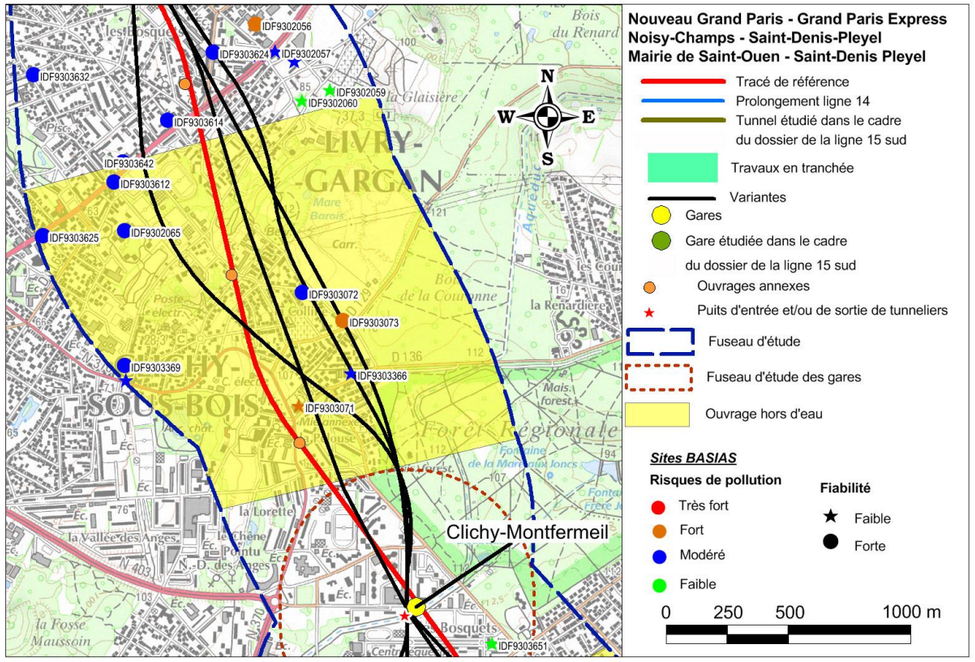


Figure 4.5-4 : Données de qualité des eaux souterraines à Champs-sur-Marne, entre le boulevard de la République et la D199

Tronçons émergés

■ Tronçon émergé au nord de la commune de Clichy-sous-Bois



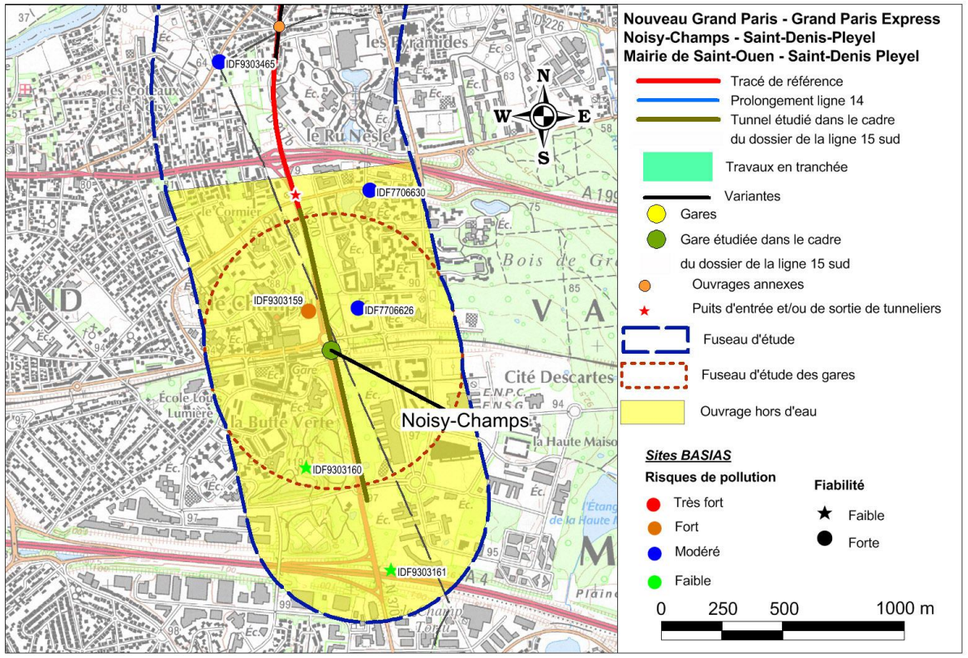
Tronçon compris entre l'avenue du Mal Leclerc et l'allée de l'Administrateur, entre les puits n° P52A et P54B		
Tronçon	Non immergé	
Profondeur du tronçon	Entre 47 m au Nord et 33 m au Sud (côte du radier allant de + 82 m NGF à + 44 m NGF car le tracé suit la dénivellation du terrain naturel)	
Géologie au droit du tronçon	**Au Nord :**	**Au sud :**
	0-4 m : Colluvions	0-1 m : Remblais
		1-8 m : Calcaire de Brie
		8-17 m : Argile verte
	33 m et au-delà : Masses et Marnes de Gypse	17-39 m : Marnes de Pantin
		39 m et au-delà : Masses et Marnes de Gypse
Profondeur minimale de la nappe	27 m au nord et 57 m au sud : nappe du Calcaire de Saint-Ouen (côte approximative + 50 m NGF) 34 m au nord et 66 m au sud : nappe de l'Eocène	
Sites BASIAS/BASOL dans un fuseau de 100 m	7 sites BASIAS : • Commerce d'automobiles • Garage d'automobiles • Usine d'incinération et atelier de combustion de déchets • Démantèlement d'épaves	
	• Station-service • Dépôt de liquides inflammables (LI)	
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Absence de nappe	
Risque de pollution	0-4 m : présence de remblais 0-15 m : présence d'un site BASIAS, avec potentiels réservoirs enterrés	
Polluants suspectés dans la nappe	Sans objet pour le projet	
Polluants suspectés dans les sols	0-4 m : présence de HCT, HAP, BTEX, COHV, métaux et métalloïdes dans les remblais 0-15 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et COHV au droit des sites BASIAS	
Type d'ouvrage	Tronçon émergé excavé en tranchée couverte	

■ Tronçon émergé au sud de la commune de Clichy-sous-Bois

Tronçon compris entre le Boulevard Bargue et le chemin du Tour du Parc, entre la gare de Clichy-Montfermeil le puits P63B	
Tronçon	Non immergé
Profondeur du tronçon	Entre 33 m au Nord et 54 m au Sud (côte du radier allant de + 110 m NGF à + 100 m NGF)

Géologie au droit du tronçon	**Au Nord :**	**Au sud :**
	0-4 m : Remblais	0-7 m : Eboulis et colluvions
	4-8 m : Calcaire de Brie	
	8-15 m : Argile verte	7-21 m : Marnes supragypseuses
	15-29 m : Marnes supragypseuses	
	31 m et au-delà : Masses et Marnes de Gypse	21 m et au-delà : Masses et Marnes de Gypse
Profondeur minimale de la nappe	61 m au nord et 50 m au sud : nappe du Calcaire de Saint-Ouen (côte approximative + 50 à m NGF) 71 m au nord et 56 m au sud : nappe de l'Eocène	
Sites BASIAS/BASOL dans un fuseau de 100 m	2 sites BASIAS : • Garage d'automobiles • Station-service • Dépôt de liquides inflammables (LI)	
Qualité de la nappe (base de données ADES)	Absence de nappe	
Risque de pollution	0-15 m : présence d'un site BASIAS, avec potentiels réservoirs enterrés	
Polluants suspectés dans la nappe	Sans objet pour le projet	
Polluants suspectés dans les sols	0-15 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et COHV au droit des sites BASIAS	
Type d'ouvrage	Tronçon émergé	

■ Tronçon émergé au nord de la gare de Noisy-Champs



Tronçon compris entre la rue Albert Schweitzer et la gare de Noisy-Champ le puits n° P74 et la gare de Noisy-Champs		
Tronçon	Non immergé	
Profondeur du tronçon	Entre 30 m au Nord et 26 m au Sud (côte du radier allant de + 86 m NGF à + 68 m NGF)	
Géologie au droit du tronçon	**Au Nord :**	**Au sud :**
	0-12 m : Eboulis et colluvions	0-4 m : Calcaire de Brie
	12-16 m : Marnes de Pantin (absentes au nord du tronçon)	4-12 m : Argile verte
	16-21 m : Marnes d'Argenteuil	12-20 m : Marnes de Pantin
	21-39 m : Calcaire de Champigny	20-29 m : Marnes d'Argenteuil
	39-40 m : Sables verts	29 m et au-delà : Calcaire de Champigny
	40 m et au-delà : Calcaire de Saint-Ouen	
Profondeur minimale de la nappe	23 m nappe supposée du Calcaire de Champigny (côte supposée de + 55 m NGF à + 65 m NGF)	
Sites BASIAS/BASOL dans un fuseau de 100 m	1 site BASIAS : • Station-service • Dépôt de liquides inflammables (LI)	

Qualité de la nappe (base de données ADES)	Absence de nappe
Risque de pollution	0-15 m : présence d'un site BASIAS, avec potentiels réservoirs enterrés
Polluants suspectés dans la nappe	23-41 m : Nappe supposée du Calcaire de Champigny potentiellement polluée en HCT, HAP, BTEX et COHV
Polluants suspectés dans les sols	0-15 m : présence potentielle de HCT, HAP, BTEX et COHV au droit des sites BASIAS
Type d'ouvrage	Tronçon émergé

4.5.1.4 Etude des puits d'attaque et de sortie des tunneliers

Les effets et impacts concernant les puits de Saint-Ouen, Saint-Denis, Aubervilliers et le Bourget ouest seront donc identiques à ceux identifiés au droit des tronçons associés.

Les effets et impacts concernant le puits du Bourget est sont identiques à ceux identifiés au droit d'un tronçon immergé dans la nappe sous-jacente à une nappe impactée.

Le puits d'Aulnay et de Clichy-Montfermeil sont situés à proximité immédiates des gares du même nom. Les effets et impacts concernant ces puits seront donc identiques à ceux identifiés pour ces gares.

Le puits de Champs-sur-Marne est localisé au bout de la tranchée couverte de Noisy-le-Champs. Il est donc étudié dans la fiche du tronçon émergé au nord de la gare de Noisy-Champs.

4.5.1.5 Zones prioritaires pour les investigations environnementales sur le fuseau du projet

Les problématiques de pollution liées à la présence de sites BASIAS et BASOL à proximité ou au droit du fuseau du projet ont permis de mettre en évidence des zones à investiguer de manière prioritaire le long du tracé.

Pour cela, l'approche suivante a été retenue :

- les **sites des futures gares et leur environnement proche** devront systématiquement faire l'objet d'une étude historique et documentaire et, selon les conclusions de cette étude, d'investigations sur les sols et/ou les eaux souterraines ; il est noté que ces études devront également permettre de formuler des recommandations sur les éventuelles dispositions constructives à adopter pour limiter le transfert de pollution en phase travaux ;
- les **futurs tronçons émergés, ou partiellement émergés, situés à proximité de sites BASIAS ou BASOL à fort risque de pollution** devront faire l'objet d'une étude historique et documentaire et, selon les conclusions de l'étude historique et documentaire, d'investigations sur les sols et/ou les eaux souterraines ;
- les **futurs tronçons immergés situés à proximité de sites BASIAS ou BASOL à fort risque de pollution** devront faire l'objet d'investigations sur les eaux souterraines avec prélèvement de sol à la profondeur du tracé.

Ainsi, les zones nécessitant en priorité la réalisation **d'études historiques et documentaires** permettant de cibler les investigations à réaliser sont **l'ensemble des gares et les tronçons émergés au nord et au sud de la gare de Clichy-Montfermeil et le tronçon émergé au nord de la gare de Noisy-Champs** tandis que les zones nécessitant des **investigations sur la nappe et les sols profonds** sont les tronçons immergés décrits ci-dessus : entre la gare Saint-Denis-Pleyel et le puits OA332, autour de la gare du Bourget RER entre les puits OA343 et P11C, autour de la gare du Blanc-Mesnil entre les puits P12B et au puits P21H, autour de la gare de Chelles, entre les puits n°P63B et P73 et à Champs-sur-Marne entre les puits n°P73 et P74.

4.5.2 La gestion des déblais par la Société du Grand Paris : le Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais (SDED)

A l'échelle du projet, le volume de déblais non foisonnés est de l'ordre de 3 millions de m3 soit l'équivalent d'environ 6 millions de tonnes. La réalisation des 29 km de tunnels et des 9 nouvelles gares représentent les principales sources de production de déblais avec respectivement 65% et 25% du volume total auxquelles s'ajoutent les volumes des ouvrages annexes et des ouvrages d'entonnement.

Les travaux de réalisation du projet risquent de perturber le fonctionnement urbain (conditions de circulations et déplacements en général) et d'avoir un impact sur le cadre de vie des riverains des communes traversées. Toutes les mesures destinées à limiter ces nuisances potentielles et à en réduire la durée font partie intégrante de la réflexion initiale engagée par la Société du Grand Paris. **Dans ce cadre, la Société du Grand Paris s'est engagée dès le lancement du projet dans une démarche de planification de la gestion des déblais issus des travaux. Ces réflexions sont traduites dans un document spécifique, le Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais (SDED) joint en annexe de la présente étude d'impact.**

Ce schéma définit les engagements et les orientations stratégiques globales poursuivis par le maître d'ouvrage, et leur traduction pour chaque projet de ligne.

Les modalités de gestion des déblais à l'échelle du programme s'articulent autour de deux orientations principales:

- Privilégier les transports alternatifs à la route ;
- Assurer une gestion intégrée des déchets de chantier répondant aux nouvelles exigences économiques, environnementales et des territoires.

Ces orientations se traduisent pour la conduite opérationnelle des chantiers par un ensemble d'actions :

- Développer le transport fluvial
- Encourager le fret ferroviaire
- Diminuer les distances de transport routier
- Rejoindre au plus vite les grands axes de circulations et éviter les impacts sur voiries locales
- Favoriser la valorisation (limiter le stockage)

S'agissant plus particulièrement du tronçon visé par la présente étude d'impact, il est prévu qu'à chaque point d'extraction de déblais, un dispositif d'évacuation soit mis en place pour le chargement et le transport des matériaux extraits. Ce dispositif sera adapté pour permettre de gérer en parallèle l'approvisionnement en matériaux (voussoirs, béton…). Les matériaux excavés, en fonction de leurs caractéristiques physiques et chimiques, seront orientés vers les filières de valorisation ou de stockage appropriées.

Pour le transport des déblais et l'acheminement des matériaux de construction, la complémentarité du mode routier avec un mode alternatif ferré ou fluvial est privilégiée par le maître d'ouvrage. La

voie d'eau sera privilégiée pour l'évacuation des terres générées par les ouvrages situés à proximité de la Seine et du canal Saint-Denis.

Pour les secteurs où seul le mode routier sera possible, des plans de circulation seront élaborés en concertation avec les communes concernées pour rejoindre au plus vite les axes structurants du territoire (l'A86, l'A1, l'A104 et l'A4).

Pour plus d'informations concernant les volumes extraits par ouvrage, les modes d'évacuation privilégiés, les installations de stockage et les carrières susceptibles de recevoir les terres issues des travaux, il convient de se référer à l'annexe G.4-1 de la présente étude d'impact « **Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais (SDED)** ».

4.5.3 Impacts et mesures en phase chantier (sols et eaux souterraines)

La phase chantier concentrera le plus d'impacts de par :

la création de déblais,

la mise en œuvre de mouvements de terres dont certaines seront polluées, pouvant induire des risques sanitaires.

4.5.3.1 Impacts

Impacts directs

- **Gestion des terres polluées ou non (diagnostic préalable, tri et stockage)**

Pour tout projet d'aménagement, les terres excavées peuvent être gérées de différente manière :

- élimination des terres dans des filières adaptées :
  - vers des installations de stockage de déchets,
  - en centre de traitement des terres ;
- valorisation ;
  - en comblement de carrières,
  - en remblaiement au droit du projet,
  - en remblaiement hors site,
  - en matériaux pour la construction (granulats).

Or, l'acceptation de terres en filière d'élimination ou valorisation est dépendante de la qualité chimique de celles-ci :

- Pour une élimination hors site ou une valorisation en comblement de carrière, les exutoires sont soumis à des arrêtés stricts qui imposent des valeurs limites d'acceptation pour différents paramètres (résultats d'analyses sur échantillon brut et sur éluat) :
  - Arrêté ministériel du 28 octobre 2010, relatif aux installations de stockage de déchets inertes ;
  - Arrêtés préfectoraux relatifs à chaque exutoire.
- Pour un remblaiement hors site, il convient de se conformer au *Guide de réutilisation hors site des terres excavées en technique routière et dans des projets d'aménagement* (BRGM, février 2012).
- Pour un remblaiement au droit du projet ou une réutilisation en granulats, des études sont à réaliser au cas par cas.

Un tri précis est donc nécessaire, soit par la caractérisation en amont des terres à excaver via la réalisation de diagnostics de la qualité des sols, soit par des prélèvements et analyses sur les terres excavées.

Dans le cadre du projet, pour les zones faisant l'objet d'excavations au tunnelier, la caractérisation préalable des sols sera peu précise : d'une part du fait du coût qu'occasionnerait une campagne de sondages profonds selon un maillage serré, et d'autre part du fait que les déblais extraits du tunnelier auront des caractéristiques physiques et chimiques différentes de celles des sols initialement en place (broyage, mélange, ajout éventuel d'eau, de boue ou autre adjuvant…).

Il sera alors nécessaire de stocker les déblais afin de réaliser des analyses complémentaires préalablement à leur élimination ou réemploi.

Ce stockage devra être réalisé dans des conditions adéquates en fonction :

- de la qualité chimique des terres (pollution, composés lixiviables),
- de la durée du stockage (quelques jours ou quelques mois).

La capacité de stockage dépend directement des emprises disponibles permettant le stockage des matériaux.

Un traitement sur site de ces terres, préalablement à leur élimination ou valorisation, est également envisageable en fonction de la nature et du degré de la pollution. Il peut s'agir d'un traitement destiné à résorber une pollution, ou de l'ajout d'un liant hydraulique (chaux par exemple) pour améliorer les caractéristiques physiques des matériaux.

Les impacts seront identifiés sur l'ensemble des emprises dédiées au chantier.

Le tri des terres et les éventuels traitement sur site auront un impact fort sur le flux d'élimination des terres, sur l'importance des aires de stockage à prévoir et sur l'exposition des travailleurs et des riverains aux sols pollués.

Les impacts liés à la nécessité de stocker des déblais sont :

- l'immobilisation potentielle d'importantes emprises foncières à proximité des émergences permettant d'assurer le stockage des terres excavées, polluées ou non ;
- en cas de pollution avérée au sein des terres excavées, la contamination des sols sous-jacents au stockage par infiltration par temps de pluie.

Les impacts liés au stockage des terres seraient faibles en cas de réduction du temps de stockage des terres sur site tel que prévu par la Société du Grand Paris.

- **Gestion des boues**

Une boue est définie suivant sa siccité, c'est-à-dire suivant le pourcentage d'eau présent au sein d'un volume de terre.

Or, l'excavation des terres lors de la réalisation du chantier correspondra en fait à une excavation de terres chargées d'eau (donc potentiellement sous forme de boue), en fonction :

- de la méthode de creusement du tunnelier,
- de la réalisation des galeries au sein d'une nappe souterraine.

La gestion des boues est particulière. L'évacuation de ces dernières ne peut s'effectuer sous leur forme brute d'extraction. Les terres doivent en effet être préalablement déshydratées pour être évacuées sous phase solide.

Or, l'eau et les terres qui composent la boue extraite sont susceptibles d'être polluées.

Cet impact concerne les ouvrages qui sont creusés dans une nappe phréatique (gares, puits, tunnel) et les ouvrages où la technique de tunnelier à pression de boue est mise en œuvre.

L'impact de la gestion des boues est fort en cas d'utilisation d'un tunnelier à pression de boue et moyen au droit des ouvrages creusés dans une nappe phréatique. Le volume de boue à traiter est en effet plus important dans le cas de l'utilisation d'un tunnelier à pression de boue.

- **Gestion des terres sulfatées (terrains gypsifères)**

La gestion des terres sulfatées dans le cadre de projets d'aménagement et d'infrastructure est un enjeu en Ile-de-France compte tenu de la forte présence du gypse dans le sous-sol du bassin parisien. Leur évacuation s'effectue dans des filières spécifiques, déterminées par la teneur en sulfates des terres :

- le comblement des anciennes carrières souterraines, sous réserves d'une teneur en gypse acceptée par l'Inspection Générale des Carrières (IGC) ;
- le comblement de carrières à ciel ouvert pouvant recevoir ces terres ;
- l'élimination en centre de stockage adapté : les ISDI dont les arrêtés préfectoraux d'exploitation intègrent les règles de dépassement spécifiques aux sulfates et pour la fraction soluble supérieure aux valeurs seuils réglementaires imposées par l'annexe II de l'arrête du 28 octobre 2010 pour éviter l'évacuation des terres en classe ISDND.

Pour la gestion de ces terres, la Société du Grand Paris prévoit les étapes suivantes :

- Quantification des volumes de terres sulfatées qui seront excavés
- évaluation des concentrations en sulfates de ces terres pour les orienter vers les filières adaptées
- recherche des installations de stockage susceptibles de les accueillir
- identification des différents procédés pour le traitement de ces terres
- évaluation précise des coûts des différentes filières

- **Exposition des travailleurs aux sols pollués**

L'ensemble des employés pourra être exposé à des milieux pollués (que ce soit lors de l'excavation, du tri, du stockage et du chargement avant évacuation des terres).

L'exposition des travailleurs à des milieux pollués engendre un risque sanitaire. Les voies d'exposition identifiées à ce stade sont :

- l'inhalation de composés volatils pouvant avoir lieu aussi bien dans les tunnels qu'au droit des émergences,
- l'ingestion/inhalation de poussières au niveau des bases chantier,
- le contact direct avec des sols ou des eaux pollués au niveau des bases chantiers.

L'impact est identifié au niveau de chaque base chantier, de chaque ouvrage mais également au sein du tunnel.

Le risque sanitaire associé varie de faible à fort en fonction des concentrations en polluants rencontrées dans le milieu souterrain.

- **Usure prématurée des pièces du tunnelier (corrosion ou autre attaque chimique des matériaux)**

La qualité chimique des sols et des eaux de la nappe (corrosives ou agressives) pourrait générer des réactions chimiques entre les eaux et les pièces du tunnelier avec lesquels elles sont en contact. La principale réaction identifiée est la corrosion des métaux constituant le tunnelier.

L'impact se fera ressentir au niveau des pièces en contact direct avec le milieu souterrain. Leur usure prématurée pourrait nécessiter une maintenance importante et des arrêts de chantier.

En l'absence d'informations sur la qualité des eaux, la nature de cet impact est difficilement quantifiable. Si cet effet n'est pas pris en compte, l'impact sera faible au regard du temps de contact avec les milieux contaminés.

Impacts indirects

- **Saturation des exutoires**

Compte-tenu de l'importance des volumes de terres à excaver, éliminer et ou réutiliser (3 millions de m^3 pour le projet et 20 millions de m^3 pour l'ensemble du futur métro automatique du Grand Paris), les exutoires d'Ile de France seront massivement sollicités pour recevoir ces déblais.

De ce fait, l'élimination massive de terres pourrait générer un engorgement de certains exutoires d'Ile de France et éventuellement engendrer un refus d'élimination des terres pour d'autres chantiers de la région.

Les impacts indirects de la mise en œuvre du projet se feront ressentir sur :

les exutoires Franciliens, voire sur un périmètre plus large,

les autres activités nécessitant la prise en charge des terres par les mêmes exutoires durant la durée de réalisation des travaux du projet.

Etant donné les volumes de déblais très importants générés par la réalisation des travaux, l'impact est considéré comme fort.

- **Exposition des riverains à proximité des emprises chantiers**

A proximité des aires de stockage et/ou de tri des terres, des habitations seront situées au sein de zones potentielles d'envol de poussières et/ou volatilisation de composés volatils (terres polluées, composés polluants volatils).

L'impact se fera ressentir sur les aires urbaines en proximité des bases chantiers (rayon de la zone concernée pouvant être estimée de 50 à 100 m autour des bases chantiers).

Les voies d'exposition identifiées à ce stade sont : l'inhalation de composés volatils et l'ingestion/inhalation de poussières.

L'impact est faible compte tenu des autres sources de pollution de l'air en Ile de France.

- **Augmentation du trafic poids-lourds**

L'élimination des terres entrainera un flux important de poids-lourds à proximité des aires de stockage, voire sur l'ensemble du réseau routier d'Ile-de-France en fonction :

- du mode de transport choisi ;
- des chantiers induits par le désenclavement des villes péri-urbaines.
- La circulation des poids-lourds modifiera les conditions de mobilité, à une échelle locale.
- L'augmentation du flux de poids-lourds aura également une incidence sur la qualité du réseau routier (usure prématurée des chaussées).

Une partie du réseau routier d'Ile-de-France sera concernée par cet impact indirect en raison de l'augmentation du trafic de poids-lourds autour des zones de chantiers.

Le niveau d'impact est étudié de manière détaillée au niveau du volet « mobilité » de la présente étude d'impact.

- **Rejet des eaux issues du traitement des boues**

Suite au traitement des boues, la fraction liquide extraite doit être gérée.

Le procédé d'élimination de cette fraction liquide est envisagé dans la partie « Eaux superficielles » de la présente étude.

Dans tous les cas, l'autorisation de rejet sera soumise à des restrictions de débit et des seuils de qualité.

Cet impact concerne les ouvrages creusés dans une nappe phréatique (gares, puits, tronçons) et l'ensemble des tronçons creusés au tunnelier à pression de boue.

L'impact indirect se fera ressentir au niveau des rejets, à savoir les réseaux d'eaux usées.

L'impact est fort. La gestion des eaux de chantiers est abordée dans la partie « Eaux superficielles » de la présente étude.

- **Pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle**

Le creusement d'ouvrages sous la nappe superficielle peut entrainer la mise en relation de cette dernière avec une nappe plus profonde. Dans le cas où les eaux superficielles sont contaminées, la mise en relation peut alors engendrer une migration de la contamination vers la ou les nappes sous-jacentes.

Ce type de migration est à relier à la présence de composés polluants de densité supérieure à l'eau tel que les solvants chlorés.

Cet impact concerne uniquement les secteurs où les ouvrages réalisés traversent intégralement la nappe superficielle et interfèrent également avec une nappe plus profonde.

Une contamination restreinte à un niveau d'eau superficielle pourrait migrer vers des niveaux sous-jacents qui pourraient présenter des usages sensibles.

4.5.3.2 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

- **Pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle**

Afin d'éviter la migration d'une pollution présente dans la nappe superficielle vers la nappe profonde, des dispositions constructives particulières seront mises en place.

Elles permettront de rendre totalement hermétiques les ouvrages construits en amont des travaux d'excavation (méthode de paroi moulée avec bouchon injecté dans le cadre de la réalisation des gares et ouvrages annexes).

Les mesures constructives seront discutées au stade de la conception des ouvrages.

- **Augmentation du trafic poids-lourds**

L'approche liée à la mobilité en phase chantier est spécifiquement abordée de manière exhaustive dans une partie dédiée de l'étude d'impact.

- **Exposition des riverains à proximité des emprises chantiers ; Gestion des terres ; Traitement des boues ; Rejets des eaux issues du traitement des boues et Exposition des travailleurs aux sols pollués ; Usure prématurée des pièces du tunnelier (corrosion ou autre attaque chimique des matériaux)**

L'ensemble des mesures à mettre en œuvre pour ces impacts constitue des mesures de réduction. En effet, les effets liés à la gestion des terres ne peuvent être totalement évités.

Mesures de réduction

- **Gestion des terres (tri, stockage des terres, saturation des exutoires)**

Le tri des terres est donc le point clé et de départ d'une bonne gestion du flux des terres extraites, afin d'orienter ces dernières, selon leurs caractéristiques, vers l'exutoire adapté. Une caractérisation

réalisée en amont permettra d'éliminer au fur et à mesure les terres et de limiter les aires de stockage.

Parallèlement à la réalisation de la présente étude d'impact, la Société du Grand Paris entreprend :

- la réalisation d'un Schéma Directeur d'Elimination des Déchets de chantiers à l'échelle de l'ensemble du futur métro automatique du Grand Paris,
- la réalisation d'un Schéma d'Elimination des Déchets affiné à l'échelle de chaque ligne de métro en cours d'étude.

Ces documents, issues des réflexions préliminaires sur la réalisation des travaux du projet, permettent entre autres :

- d'estimer les volumes de terres excavées, par section de linéaire,
- de déterminer les volumes potentiellement acceptables au sein des différents exutoires,
- de déterminer les emprises nécessaires au stockage des terres avant leur traitement et leur transfert vers un exutoire approprié,
- de définir le processus d'élimination limitant le stockage des terres au niveau des bases chantiers,
- d'évaluer les solutions d'utilisations des terres en remblais, soit sur site, soit sur des emprises franciliennes nécessitant des apports de terres (exemple : remblaiement de carrières).

Afin d'optimiser la gestion des terres, une bonne connaissance de la qualité chimique du milieu souterrain est nécessaire. Deux cas de figure ont été identifiés :

- les zones excavées en tranchée couverte, qui pourront faire l'objet d'investigations préalables (études historiques et documentaires, diagnostics de la qualité chimique du milieu souterrain) ;
- les zones excavées aux tunneliers, qui ne pourront faire l'objet que d'investigations plus ponctuelles sur les sols et d'investigations sur les eaux souterraines, et pour lesquelles la qualité des sols tels qu'extraits par le tunnelier ne pourra être appréciée avec précision en amont.

Les diagnostics réalisés devront comparer les résultats d'analyses de sols aux valeurs réglementaires issues de l'arrêté ministériel du 28 octobre 2010 et aux arrêtés préfectoraux des exutoires potentiels.

Ces études permettront également de dimensionner les aires de stockage, et d'identifier les exutoires à envisager.

Des aires de stockage provisoires devront être réalisées pour les terres devant faire l'objet d'analyses complémentaires (par exemple, les terres excavées au tunnelier). Ces aires de stockage devront être aménagées selon les règles de l'art : surface imperméabilisée, bâchage des terres pour limiter l'envol des poussières, identification de leur origine, etc.

Une fois les exutoires identifiés, les volumes de déblais estimés, les demandes d'acceptation préalables pourront être réalisées. Elles permettront de s'assurer que l'exutoire acceptera les terres et ainsi de planifier en amont les flux de déblais.

Afin de limiter la saturation des exutoires, notamment des installations de stockage de déchets inertes, la diminution des volumes de terre à éliminer pourra être organisée par la réutilisation des terres :

- en remblaiement au droit des tranchées couvertes,
- en remblaiement au droit de grands projets d'aménagement du secteur nécessitant des apports importants de remblais,
- en remblaiement dans des filières de comblement de carrière présentent en Ile-de-France,
- sous forme de granulat pour le BTP (avec traitement préalable).

Les mesures de réduction identifiées sont donc :

- la réalisation de diagnostics pour définir les filières de traitement envisageables et anticiper les flux de déblais avant travaux:
  - avec maillage régulier au droit des zones en tranchée couverte,
  - au droit des zones excavées au tunnelier, des analyses sur les eaux souterraines couplées à des prélèvements plus ponctuels des sols au droit du futur tunnel permettront de fournir des premiers éléments.
- la réutilisation des terres en remblaiement ou granulat.

- **Gestion des boues**

La quantité de boue à traiter pourrait être réduite en privilégiant l'utilisation d'un tunnelier à pression de terre, lorsque cette méthode pourra être mise en œuvre.

- **Rejet des eaux issues du traitement des boues**

Si des systèmes à pressions de boue étaient utilisés, la Société du Grand Paris engagera alors la réalisation :

des études AVP et PRO hydrauliques, afin de définir la gestion des eaux sur site, en phase chantier et exploitation,

de Dossiers Loi sur l'Eau, permettant de définir les préconisations de rejet des eaux de chantier.

Les grands principes de gestion seront les suivants :

- le débit des eaux de rejet devra être régulé, par exemple au moyen d'un stockage tampon ;
- les eaux seront traitées avant rejet, pour les paramètres non conformes.

- **Exposition des travailleurs aux sols pollués**

D'une part, tous les travailleurs exposés à des matériaux potentiellement pollués devront porter les équipements de protection individuels (EPI) adéquats, réduisant leur exposition à ces matériaux.

D'autre part, la qualité de l'atmosphère de travail sera suivie en continu. Cela permettra une évacuation rapide des lieux de travail en cas de dépassement des paramètres suivis.

- **Exposition des riverains à proximité des emprises chantiers**

Une des mesures de réduction sera directement issue du Schéma d'Evacuation des Déblais élaboré par la Société du Grand Paris (voir annexe 1), et sera la réduction de la durée du stockage sur site.

Par ailleurs, l'exposition des riverains à proximité des aires de stockage et/ou de tri des terres sera réduite par la mise en place de chapiteaux ou de bâches selon la nature des terres au droit de l'ensemble des aires de stockage. Cette mesure confinera les poussières sous le dispositif choisi, et donc évitera leur dispersion aux abords des périmètres de chantier ; le transfert des composés volatils sera également réduit.

Un arrosage des pistes permettrait de limiter l'envol de poussières.

L'exposition des riverains situés sur les axes de transport des terres pourra être réduite par la mise en place de deux mesures :

- mise en place de débourbeurs en sortie de l'aire de stockage afin de ne pas souiller les voiries environnantes (dépôt de matériaux sur les voies de circulation) ;
- utilisation de bâches sur les camions de transport limitant l'envol des poussières.

Ces mesures permettront de confiner les poussières lors de leur transport et limiter leur dispersion hors de l'emprise du chantier.

- **Pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle**

Les mesures d'évitement proposées permettront de supprimer l'impact potentiel de transfert de polluants vers une nappe plus profonde. Il s'agit notamment et selon la sensibilité des sites de parois moulées avec bouchon injecté dans le cadre de la réalisation des gares et ouvrages annexes.

- **Usure prématurée des pièces du tunnelier (corrosion ou autre attaque chimique des matériaux)**

Aucune mesure de réduction de l'usure du tunnelier n'est envisageable.

Effets résiduels

- **Gestion des terres (tri, stockage des terres) ; Saturation des exutoires**

L'ensemble des incertitudes liées à la qualité chimique du milieu souterrain ne peut être levé par la réalisation de diagnostics. En effet, les investigations menées étant ponctuelles, et le milieu souterrain étant hétérogène, la découverte de pollution fortuite en phase travaux ne peut être exclue.

Compte-tenu des volumes à évacuer, certains chantiers d'Ile de France pourront être confrontés à des difficultés de prise en charge de leurs déblais. La planification des évacuations de terres ne suffira pas à supprimer complètement l'engorgement des exutoires.

- **Traitement des boues**

Le volume minimal des boues à traiter est défini par le volume total de terres à excaver présentes au sein d'une nappe d'eau dans des terrains meubles.

- **Exposition des riverains à proximité des emprises chantiers**

Les mesures de réduction proposées ne permettront pas de supprimer totalement l'exposition des riverains.

- **Rejets des eaux issues du traitement des boues ; Pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle**

Aucun impact résiduel n'est identifié.

Mesures de compensation aux effets résiduels

- **Traitement des boues ; Rejet des eaux issues du traitement des boues ; Exposition des travailleurs aux sols pollués ; Exposition des riverains à proximité des emprises chantiers ; Pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle ; Usure prématurée des pièces du tunnelier (corrosion ou autre attaque chimique des matériaux)**

- Aucune mesure compensatoire n'est nécessaire.

Mesures de suivi dans le temps

- **Gestion des terres (tri, stockage des terres) ; Saturation des exutoires**

Un suivi des travaux par une maîtrise d'œuvre spécialisée garantira une gestion des terres continue et cohérente dans le temps.

- **Rejet des eaux issues du traitement des boues**

Au droit des zones de rejet, des mesures de débit et des paramètres des eaux issues du traitement des boues seront réalisées régulièrement, afin de contrôler le respect des principes de gestion des eaux.

- **Exposition des travailleurs aux sols pollués**

Un suivi des expositions sera réalisé par la médecine du travail, pour chaque travailleur exposé.

En cas de travail dans des zones plus impactées, un suivi individuel complémentaire pourra être réalisé (port de badges de prélèvement passif).

- **Exposition des riverains**

La seule mesure de suivi dans le temps à mettre en place sera le suivi de la qualité de l'air ambiant à proximité des emprises chantiers.

Cette mesure permettra de contrôler l'application des mesures de réduction et de suivre quantitativement l'exposition des riverains.

- **Pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle**

Des ouvrages de suivi de la qualité des nappes superficielles et profondes seront installés au droit des zones concernées (piézomètres).

Ces ouvrages permettront de contrôler régulièrement et de manière pérenne l'absence de migration des contaminants.

- **Traitement des boues ; Usure prématurée des pièces du tunnelier (corrosion ou autre attaque chimique des matériaux)**

Aucune mesure de suivi est nécessaire.

4.5.4 Impacts et mesures en phase d'exploitation (sols et eaux souterraines)

4.5.4.1 Impacts

Impacts directs

- **Composés volatils dans l'air ambiant**

Si le milieu adjacent aux ouvrages construits est pollué, un transfert des composés volatils depuis la source de la pollution (sol et/ou eau) vers l'air ambiant de l'ouvrage est possible.

Ce transfert pourra être à l'origine de la présence de composés volatils dans l'air ambiant des ouvrages.

L'impact affectera les ouvrages construits dans une zone particulièrement polluée.

L'impact sera de faible à moyen en fonction de la qualité du milieu adjacent.

Impacts indirects

- **Risques sanitaires**

La présence de composés volatils dans l'air ambiant des gares induit une exposition des usagers par inhalation.

L'impact concerne essentiellement les gares, notamment celles implantées sur une zone particulièrement polluée car les durées d'exposition en un même lieu au sein du tunnel sont faibles.

Le temps d'exposition des travailleurs est supposé plus important que celui des usagers.

L'inhalation de composés volatils présent dans l'air ambiant d'un lieu de travail peut engendrer un risque sanitaire pour les employés des gares.

Pour les usagers, la faible durée d'exposition n'engendre pas de risque sanitaire.

- **Corrosion des métaux dans les infrastructures**

La qualité chimique des sols et des eaux de la nappe (corrosives ou agressives) pourrait générer des réactions chimiques entre les eaux et les matériaux de construction avec lesquels elles sont en contact. Les principales réactions identifiées sont la dissolution de matériaux contenant du calcaire (béton) et la corrosion des métaux contenus dans le béton armé.

A plus ou moins long terme, ces réactions chimiques entraînent une dégradation ou une fragilisation des constructions.

L'impact se fera ressentir au niveau des ouvrages construits au sein d'une nappe (tunnel, fondation des gares,…).

La qualité chimique des eaux peut influer sur le type de matériaux à utiliser pour la construction des parties des ouvrages en contact avec la nappe.

4.5.4.2 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

- **Composés volatils dans l'air ambiant et risques sanitaires induits**

La concentration de composés volatils dans les ouvrages peut être supprimée par l'utilisation de méthodes constructives adaptées (géomembrane, drain, etc.).

Ces méthodes constructives seront à envisager au droit des gares construites au sein de milieux pollués. Il s'agira de bloquer le transfert des composés volatils depuis la source (sol et/ou eau) vers l'air ambiant.

Pour les autres gares et ouvrages, aucune mesure constructive ne sera nécessaire pour bloquer le transfert, le risque sanitaire observé étant négligeable.

- **Corrosion des métaux dans les infrastructures**

La dissolution des infrastructures en béton et la corrosion des métaux sera supprimée par l'utilisation de mesures constructives adaptées : utilisation de matériaux adaptés à la physico-chimie des sols et de l'eau de la nappe.

Mesures de réduction

- **Risques sanitaires induits par l'air ambiant dans les gares**

Si les méthodes constructives particulières ne peuvent être déployées, un système de ventilation adapté des gares pourra permettre de rendre les risques sanitaires acceptables pour les futurs employés.

- **Composés volatils dans l'air ambiant ; Dissolution des infrastructures en béton et corrosion des métaux ; Pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle**

Aucune mesure de réduction n'est nécessaire.

Effets résiduels

- **Composés volatils dans l'air ambiant et Risques sanitaires**

  La présence de composés volatils dans les gares ne peut être complètement exclu. Il faudra s'assurer que les concentrations restent faibles et ne seront pas à l'origine de risques sanitaires inacceptables.

- **Dissolution des infrastructures en béton et corrosion des métaux ; Pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle**

  Aucun effet résiduel n'est identifié.

Mesures de compensation aux effets résiduels

- **Composés volatils dans l'air ambiant ; Risques sanitaires ; Dissolution des infrastructures en béton et corrosion des métaux ; Pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle**

  Aucune mesure de compensation n'est nécessaire.

Mesures de suivi dans le temps

- **Composés volatils dans l'air ambiant et risques sanitaires**

Un suivi de la qualité de l'air ambiant des gares sera mis en place.

Au regard des résultats d'analyses, un suivi d'exposition pourra être déployé par la médecine du travail. Cette mesure permettra de suivre quantitativement l'exposition des employés sur site.

- **Dissolution des infrastructures en béton et corrosion des métaux**

Sans objet

- **Pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle**

Le suivi de la pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle n'est pas nécessaire.

4.5.5 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

4.5.5.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Tableau 4.5-3 : Coûts des mesures d'évitement – Phase chantier

N°	Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Mec1	Mettre en place de mesures constructives adaptés	Non quantifiable

Tableau 4.5-4 : Coûts des mesures de réduction – Phase chantier

N°	Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
MRc1	Réalisation de diagnostics avant travaux avec maillage régulier	Diagnostic au droit d'une gare : 20 000 € H .T. Diagnostic au droit d'un puits : 10 000 € H .T.
MRc2	Réutilisation des déblais en remblaiement ou valorisation pour le BTP (granulats)	Pas de surcoût par rapport à une évacuation en filière spécialisée
MRc3	Stockage et traitement des eaux de rejets	Non quantifiable, dépendant d'études préliminaires
MRc4	Suivi de la qualité de l'air des zones de travail	4 000 € H.T. pour les mesures poussières et composés volatils par semaine et par zone de mesure (chantier gare, puits d'attaque des tunnels)
MRc5	Choix du tunnelier	Non quantifiable à ce stade, à intégrer dans les réflexions de choix du tunnelier.
MRc6	Mise en place de chapiteaux ou de bâches au droit des aires de stockage	Aires de stockage de terres bâchées : 4 €/m^2 Chapiteau ventilé : 30 €/m² et par mois (hors opération de montage-démontage)
MRc7	Mise en place de bâches sur les camions et passage des camions dans un débourbeur en sortie de chantier, arrosage des pistes	Inclus dans les bonnes pratiques de réalisation des travaux
MRc8	Port des EPI adaptés	Prestations à intégrer dans le cahier des charges des entreprises de travaux

Tableau 4.5-5 : Coûts des mesures de suivi dans le temps – Phase chantier

N°	Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
MSc1	Suivi des travaux de gestion des terres 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
MSc2	Suivi de la conformité du rejet des eaux d'exhaure	Non quantifiable, dépendant des études préliminaires
MSc3	Suivi de l'exposition des travailleurs	Inclus dans le suivi des travailleurs par la médecine du travail
MSc4	Suivi de la qualité de l'air autour des aires de stockage	4 000 € H.T. pour les mesures poussières et composés volatils par semaine et par zone de stockage
MSc5	Suivi de la qualité des eaux souterraines	5 000 € H.T. par ouvrage identifié (gare, puits…) et par an (suivi biannuel) (hors exécution des piézomètres de surveillance)

4.5.5.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

En l'absence d'impacts en phase exploitation, aucune mesure n'est envisagée.

Tableau 4.5-6 : Coûts des mesures d'évitement – Phase exploitation

N°	Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
MEe1	Mise en place de mesures constructives adaptées (géomembrane, drain …)	Non quantifiable, dépendant de la géométrie précise des ouvrages
MEe2	Utilisation de matériaux adaptés à la physico-chimie des sols et de l'eau de la nappe.	Non quantifiable

Tableau 4.5-7 : Coûts des mesures de réduction – Phase exploitation

N°	Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
MRe1	Mise en place d'une ventilation adapté pour rendre les risques sanitaires acceptables	Non quantifiable, dépendant de la géométrie précise des ouvrages

Tableau 4.5-8 : Coûts des mesures de suivi dans le temps – Phase exploitation

N°	Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
MSe1	Suivi de la qualité de l'air ambiant des gares	4 000 € H.T. par gare pour une campagne de mesure (composés volatils uniquement)
MSe2	Suivi de l'exposition des travailleurs	Pris en compte par la médecine du travail

4.5.6 Impacts cumulés

Aucun impact cumulé spécifique n'est identifié.

La gestion des terres polluées issues de la réalisation du projet s'insère dans la politique générale de gestion des déchets de chantiers, pollués ou non.

Le risque de migration de polluants dans les eaux souterraines est directement liés aux conditions hydrogéologiques traitées par ailleurs.

4.5.7 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

Tableau 4.5-9 : Synthèse des impacts et des mesures

Dénomination de l'impact	Eléments du projet	Secteur(s) impactés	Impacts	Niveau d'impact	Mesures d'évitement et/ou de réduction	Effets résiduels	Mesures compensatoires et/ou de suivi
Chantier :Gestion des terres excavées (tri et stockage)	Ensemble des emprises chantiers	Ensemble des emprises chantiers	La gestion des terres aura un impact sur le flux d'élimination des terres après leur tri, sur l'importance des aires de stockage à prévoir, sur l'exposition des riverains aux stocks de terres et l'exposition des travailleurs aux sols pollués.	Fort : important volume de déblais à trier avant élimination/stockage/ réutilisation Faible : à Fort : en fonction du temps et des conditions de stockage	MRc1 - Réalisation de diagnostics avant travaux avec maillage régulier MRc2 - Réutilisation des déblais en remblaiement	Les investigations étant ponctuelles, la découverte fortuite de pollution en phase travaux ne peut être exclue.	MSc1 - Suivi des travaux de gestion des terres par un maître d'œuvre spécialisé
Chantier : Saturation des exutoires	Ensemble des emprises chantiers	Exutoires des terres triées	Compte-tenu de l'importance des volumes de terres à excaver, les exutoires d'Ile de France seront massivement sollicités pour recevoir ces déblais. Cette élimination massive pourrait provoquer un engorgement des exutoires.	Fort : importants volumes de déblais à éliminer	MRc1 - Réalisation de diagnostics avant travaux avec maillage régulier MRc2 - Réutilisation des déblais en remblaiement	L'engorgement des exutoires ne pourra pas être totalement supprimé.	
Chantier : Gestion des boues	Ouvrages creusés au sein d'une nappe Ouvrages creusés au tunnelier à pression de boue	Toutes les gares Ensemble du tracé du projet excepté les tronçons émergés :au nord et au sud de la gare de Clichy-Montfermeil et au nord de la gare de Noisy-Champs Ensemble des ouvrages creusés au tunnelier à pression de boue	La méthode de creusement au tunnelier à pression de boue et la réalisation de tunnels au sein d'une nappe souterraine produiront des boues qu'il faudra ensuite gérer. Il s'agira notamment de séparer la phase liquide de la phase solide. L'eau et les terres qui composent les boues extraites sont susceptibles d'être polluées.	Fort : en cas d'utilisation d'un tunnelier à pression de boues Moyen : au droit des ouvrages réalisés au droit d'une nappe	MRc5 - Choix du tunnelier	Le volume minimal de boues à traiter est défini par le volume total des terres à excaver présentes au sein d'une nappe.	--
Chantier : Exposition des travailleurs aux sols pollués	Eléments du projet où des travailleurs sont présents	Ensemble des ouvrages, tunnels et ouvrages où sont présents des travailleurs	L'ensemble des travailleurs pourra être exposé à des milieux pollués. L'exposition de ces travailleurs engendre un risque sanitaire.	Faible à Fort : en fonction des concentrations en polluants rencontrées dans le milieu souterrain	MRc4 - Suivi de la qualité de l'air des zones de travail MRc5 - Choix du tunnelier MRc8 – Port des EPI adaptés	L'utilisation d'un tunnelier à pression de boue a pour effet la gestion des boue dont l'impact est fort.	MSc3 - Suivi de l'exposition des travailleurs

Chantier : Usure prématurée du tunnelier (corrosion des métaux)	Ensemble des tunnels inter-gares	Ensemble des tunnels inter-gares	La qualité chimique des sols et des eaux de la nappe pourrait générer des réactions chimiques entre les eaux et les pièces du tunnelier avec lesquels elles sont en contact	Faible : durée de contact faible entre les sols et le tunnelier	--	--	--
Chantier : Exposition des riverains à proximité des emprises chantiers	Emprises chantiers	Ensemble des emprises chantiers à proximité d'aires urbaines (zone tampon de 50 à 100 m autour des bases chantiers)	A proximité des aires de stockage et/ou de tri des terres, des habitations seront situées au sein de zones potentielles d'envol de poussières et/ou volatilisation de composés volatils (terres polluées, composés polluants volatils). Les riverains seront donc exposés par l'inhalation de composés volatils et par l'ingestion/inhalation de poussières issus des emprises chantiers.	Faible en comparaison de la qualité de l'air en Ile de France	MRc6 - Mise en place de chapiteaux ou de bâches au droit des aires de stockage MRc7 - Mise en place de bâches sur les camions, arrosage des pistes et passage des camions dans un débourbeur en sortie de chantier	Les mesures de réduction ne permettront pas de supprimer totalement l'exposition des riverains	MSc4 - Suivi de la qualité de l'air autour des aires de stockage
Chantier : Augmentation du trafic poids-lourds	Ensemble des emprises chantiers	Ensemble des emprises chantiers	L'élimination des terres entrainera un flux important de poids-lourds à proximité des aires de stockage voire sur l'ensemble du réseau routier d'Ile de France.	Cf. volet « mobilité »			
Chantier : Rejet des eaux issues du traitement des boues dans le cas où ce dispositif serait utilisé	Ouvrages creusés au sein d'une nappe Ouvrages creusés au tunnelier à pression de boue	Ensemble du tracé du projet excepté les tronçons émergés :au nord et au sud de la gare de Clichy-Montfermeil et au nord de la gare de Noisy-Champs Ensemble des ouvrages creusés au tunnelier à pression de boue	Si un dispositif avec boue était utilisé, il sera nécessaire de gérer les eaux extraites issues du traitement de ces boues.	Fort : pour la gestion des eaux de chantier	MRc3 - Stockage et traitement des eaux de rejets	--	MSc2 - Suivi de la conformité du rejet des eaux d'exhaure
Chantier : Pollution de la nappe profonde par la nappe superficielle	Secteurs ou ouvrages traversant intégralement la nappe superficielle et interférant également avec une nappe plus profonde	Gare de Clichy-Montfermeil	Une contamination restreinte à un niveau d'eau superficielle pourrait migrer vers des niveaux sous-jacents qui pourraient présenter des usages sensibles.	Fort sur la qualité des eaux souterraines en cas de contamination	MEc1 - Mettre en place de mesures constructives adaptées	--	MSc5 - Suivi de la qualité des eaux souterraines

Exploitation : Composés volatils présents dans l'air ambiant	Gares	Gares construites au sein de milieux pollués	Un transfert de composés volatils depuis les milieux contaminés adjacents aux gares vers l'air ambiant des gares est possible. L'air ambiant des gares est alors contaminé.	Faible à Fort : en fonction des concentrations en polluants rencontrées dans le milieu souterrain	MEe1 - Mettre en place de mesures constructives adaptées	La présence de composés volatils dans les gares reste possible	MSe1 - Suivi de la qualité de l'air ambiant des gares
Exploitation : Risques sanitaires	Gares	Gares construites au sein de milieux pollués	L'ensemble des travailleurs présents dans les gares pourra être exposé par inhalation de composés volatils présents dans l'air ambiant. L'exposition de ces travailleurs engendre un risque sanitaire.	Faible à Fort : en fonction des concentrations en polluants rencontrées dans le milieu souterrain	MRe1 - Mise en place d'une ventilation adapté pour rendre les risques sanitaires acceptables		MSe2 - Suivi de l'exposition des travailleurs
Exploitation : Dissolution des infrastructures en béton et corrosion des métaux	Secteurs ou ouvrages construits au sein d'une nappe	Toutes les gares Tronçons immergés ou interceptant la nappe	La qualité chimique des eaux de la nappe peut provoquer la dissolution des infrastructures en béton et la corrosion des métaux utilisés pour la construction des infrastructures.	L'impact est difficilement quantifiable mais il sera fort si l'effet n'est pas pris en compte.	MEe2 - Mettre en place de mesures constructives adaptés	--	--

4.6 Synthèse à l'échelle du Grand Paris Express

ELEMENTS A L'ECHELLE DU GRAND PARIS EXPRESS

Géologie et risques géotechniques

Les mesures adoptées pour réduire les nuisances sont les mêmes à l'échelle globale et sont adaptées aux méthodes constructives spécifiques des différents tronçons.

Risques géologiques

Les effets néfastes attendus sont similaires à l'échelle globale (présence de carrières, risque de dissolution du gypse, argiles…). Les mesures à mettre en œuvre à l'échelle globale sont donc du même ordre.

Eaux souterraines

Les mêmes impacts se retrouvent dès que le réseau est souterrain, c'est-à-dire sur une majeure partie du réseau de transport.

Ces dispositions et études sont également nécessaires au volet réglementaire (Code de l'Environnement et Code de la Santé Publique) relatif aux dossiers loi sur l'eau concernant des problématiques hydrogéologiques (rabattements de nappes…).

L'utilisation systématique des parois moulées constitue la principale mesure de réduction des effets du projet en phase chantier.

Occupation du sous-sol

D'une manière générale, la stratégie d'évitement est la base des mesures mise en place.

Le profil en long du métro est adapté à l'occupation du sous-sol en jouant sur la profondeur et le tracé en plan en évitant certains ouvrages ou bâtiment.

Les effets néfastes du chantier sur les ouvrages et fondations occupant le sous-sol peuvent être très importants. Ils consistent en la déstabilisation résultant du creusement de cavité pour implanter les ouvrages.

A ce titre, le secteur de la Défense semble le plus problématique de l'ensemble du réseau en raison de la hauteur des tours d'activités, et des fondations nécessaires qu'elles laissent suggérer.

Pour limiter ces effets, les mesures de réductions mise en œuvre sont identiques. Elles consistent principalement en la réalisation exhaustive d'études complémentaires géologiques et géotechniques, sur un inventaire des ouvrages et sur la réalisation d'études vibratoires permettant de définir le degré d'atteinte du projet sur les ouvrages et réseaux souterraines existants.

Vibrations

Les mesures d'accompagnement sont difficiles à mettre en œuvre. Elles consistent principalement en l'identification des ouvrages sensibles et un suivi de certains paramètres permettant de prendre des dispositions curatives.

Les déblais et sols pollués

En amont des phases chantier, le Maître d'ouvrage devra entreprendre les études spécifiques nécessaires :

- **Etude des possibilités de traitement, de mise en décharge et de valorisation des déblais** générés par la réalisation du réseau de transport public du Grand Paris, annexée à l'étude d'impact,

- **Schéma Directeur d'Elimination des Déblais** qui a vocation à l'organiser à l'échelle de l'ensemble du projet et qui fixera un certains nombres d'obligations et de prescriptions que les gestionnaires de chantier devront respecter.

Les enjeux sont importants au niveau global car la présence de sols pollués a des incidences techniques et financières fortes dans la conduite de la réalisation du projet.

Les zones connues comme présentant des sols pollués sont le nord de Paris entre les gares des Agnettes et de Sevran-Beaudottes, y compris jusqu'à la gare du Bourget aéroport, le secteur des Ardoines où des études ont déjà été menées et le secteur de Satory.

5 Milieu physique Superficiel - Analyse des impacts et des mesures d'accompagnement

5.1 Hydrographie et risque d'inondation

5.1.1 Impacts et mesures en phase chantier

5.1.1.1 Impacts directs

Atteintes au réseau hydrographique

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

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

- le Canal Saint-Denis : la traversée du canal est effectuée entre les gares « La Courneuve-Six-Routes » et « Saint-Denis-Pleyel ».
- la Morée : une première traversée à l'est de la gare « Le Blanc-Mesnil » ; une seconde traversée au Sud et à l'est de la gare « Aulnay » et enfin une à 200m environ au Nord de la gare « Sevran Livry ». Ce cours d'eau, à l'exception d'une brève section sur la commune du Blanc Mesnil, se présente sous le forme d'un collecteur intégré au réseau départemental de gestion des eaux pluviales.
- le Canal de l'Ourcq : la traversée du canal est effectuée au sud immédiat de la gare « Sevran-Livry ».
- le Canal de Chelles : traversée environ 1km au Sud de la gare de Chelles
- la Marne traverse le fuseau quelques dizaines de mètres au sud du canal de Chelles, entre les gares de Chelles et de Noisy-Champs.

Une charge de terrain équivalente à au minimum un diamètre extérieur de tunnel, environ 10 m, doit être prise en compte au-dessus du tunnel réalisé, entre la limite extérieure du tunnel et le fond du lit mineur du cours d'eau.

Cette distance permet d'éviter toute atteinte au cours d'eau lors du passage du tunnelier : atteinte au lit mineur, création de pertes d'eau.

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

Le second aspect de cette question est la distance horizontale des émergences (puits, gares) au lit mineur des cours d'eau concernés. En effet, une trop grande proximité engendre des risques que le chantier porte atteinte au lit mineur.

Le tracé de référence connaît les traversées successives suivantes qui sont reprises et caractérisées dans le **Tableau 5.1-1**.

Tableau 5.1-1 : Position relative des ouvrages vis-à-vis des cours d'eau au droit des traversées

Réseau hydrographique	Base de l'ouvrage (m NGF)	Altitude du toit du tunnel (m NGF)	Ecart vertical entre le tunnel et le fond du lit mineur (m)	Ecart horizontal entre les ouvrages superficiels et le lit du cours d'eau
Canal Saint-Denis	32 m NGF	18 m NGF	14 m	Puits d'attaque tunnelier à 15m du Canal de Saint-Denis
Canal de l'Ourcq	51 m NGF	35 m NGF	26m	La gare « Sevran Livry » sera réalisée à **moins de 3m** du cours d'eau
Canal de Chelles et la Marne	32 m NGF	Entre 9 et 15m NGF	Entre 21 et 17m	Un puits de ventilation sera réalisé à 30m du Canal de Chelles (P71)

Le **Tableau 5.1-1** montre que les écarts verticaux sont au moins égaux à la distance minimale usuelle permettant d'éviter toute atteinte au lit mineur.

Le risque d'atteinte au lit mineur porte en fait sur les écarts horizontaux, dont l'un au moins est très faible.

Cas particulier de la gare de Sevran-Livry

Ce cas traite de la distance horizontale la plus faible, donc le cas où l'impact potentiel d'atteinte au lit mineur du Canal de l'Ourcq est le plus fort.

La **Figure 5.1-1** montre que l'extrémité sud de la gare est très proche du lit mineur du canal.

Vue en plan, la boite gare s'inscrit à **moins de 3m** du cours d'eau. Suivant le profil en long ci-dessous, le toit du tunnel est situé à **plus de 10m** du lit du cours d'eau.

Ainsi, de par la sur-profondeur du tunnel par rapport à la base du lit mineur (plus de 10m), **aucun impact physique vis-à-vis du tunnel sur le réseau hydrographique n'est identifié.**

Par contre, un impact potentiel concernant la réalisation de la gare en tranchée couverte est identifié (atteintes au lit mineur du canal de l'Ourcq) de par la faible distance séparant le chantier du cours d'eau.

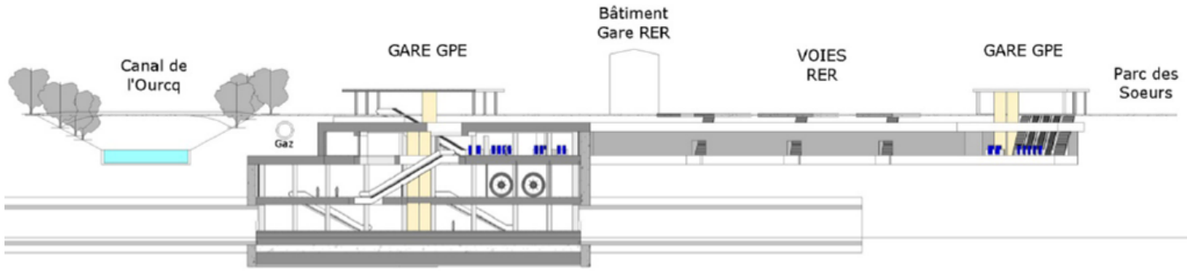


Figure 5.1-1 : Coupe longitudinale de la gare de Sevran Livry et proximité du canal de l'Ourcq (Etudes préliminaires approfondies, Société du Grand Paris, octobre 2013)

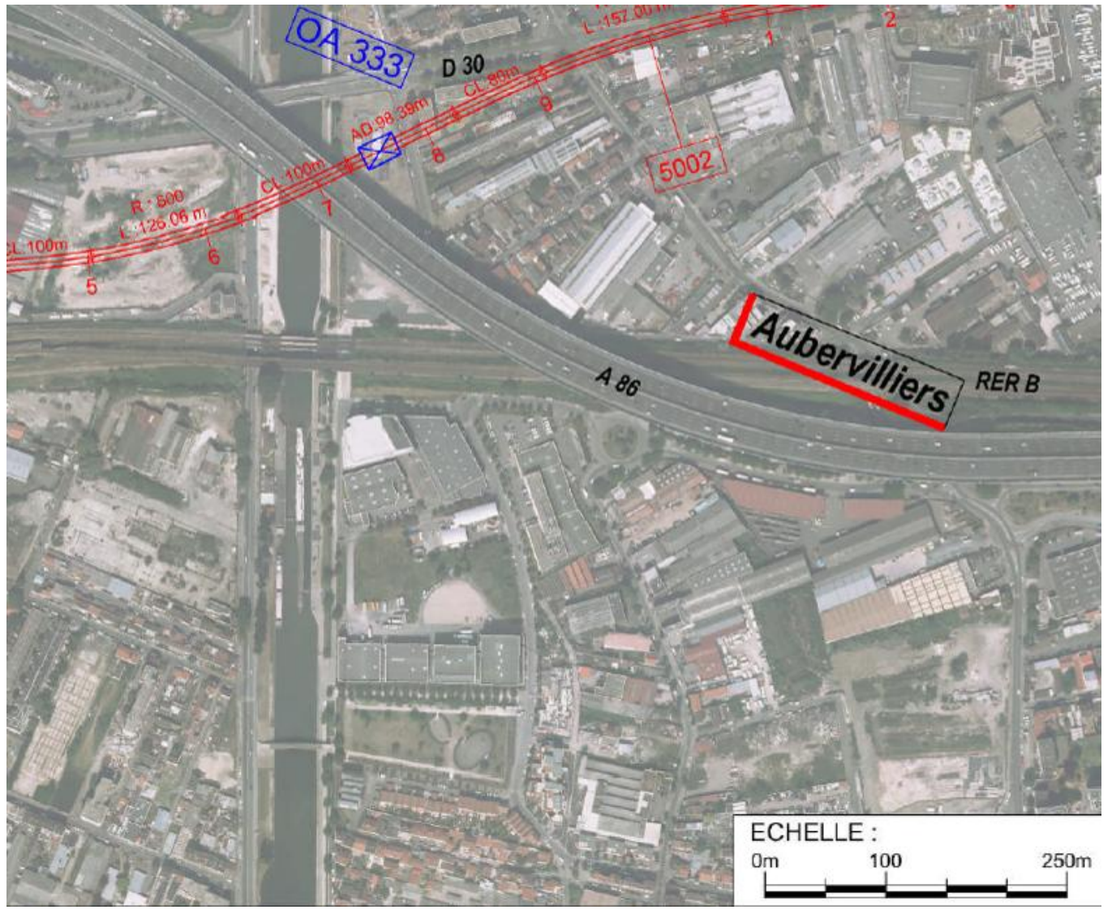


Figure 5.1-2 : Vue en plan du puits d'attaque tunnelier situé à proximité du Canal Saint-Denis (Etudes préliminaires approfondies, Société du Grand Paris, octobre 2013)

Cas du franchissement du Canal de Chelles et de la Marne

De par la sur-profondeur du tunnel par rapport à la base du lit mineur (plus de 10m), **aucun impact physique vis-à-vis du tunnel sur le réseau hydrographique n'est identifié.**

L'éloignement du puits de ventilation par rapport au lit mineur du canal permet d'éviter des impacts vis-à-vis de l'ouvrage sur le lit mineur.

Cas du franchissement du canal Saint-Denis

De par la sur-profondeur du tunnel par rapport à la base du lit mineur (plus de 10m), **aucun impact physique vis-à-vis du tunnel sur le réseau hydrographique n'est identifié.**

L'éloignement du puits d'attaque par rapport au lit mineur du canal (voir **Figure 5.1-2**) permet d'éviter des impacts vis-à-vis de l'ouvrage sur le lit mineur.

<u>Atteinte à la qualité des eaux superficielles : pollution accidentelle</u>

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.

Les impacts sont forts en cas de pollution accidentelle pour les bases chantier qui sont proches des cours d'eau :

- Puits tunneliers d'attaque d'Aubervilliers en bordure du canal Saint-Denis ;
- Gare de Sevran-Livry accolée au Canal de l'Ourcq ;
- Puits d'aération (P71) implanté immédiatement au nord du Canal de Chelles.

Pour les autres bases chantiers, les impacts sur le milieu récepteur sont moyens.

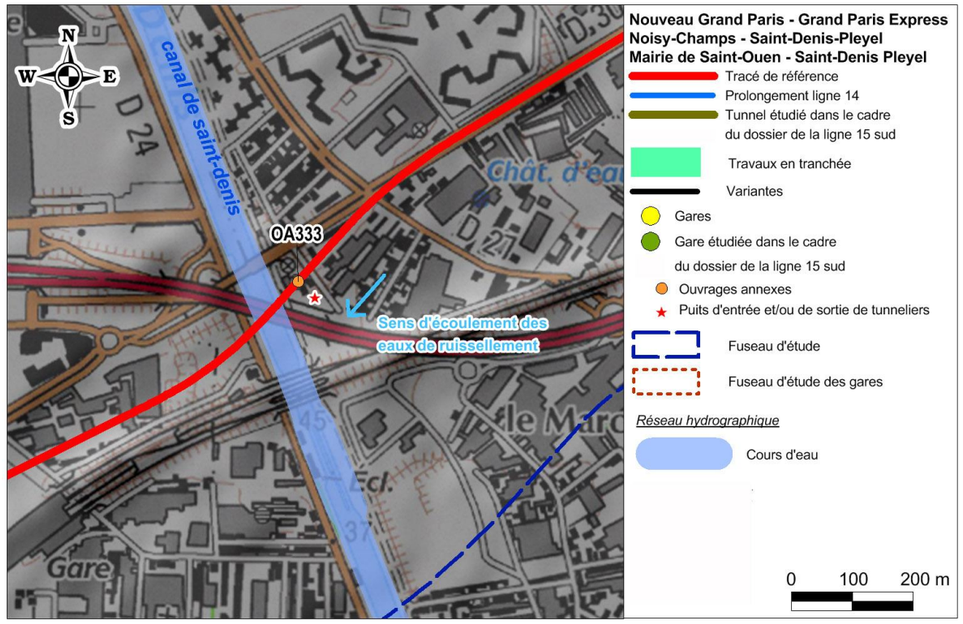


Figure 5.1-3 : Puits d'attaque tunneliers à proximité du Canal Saint-Denis

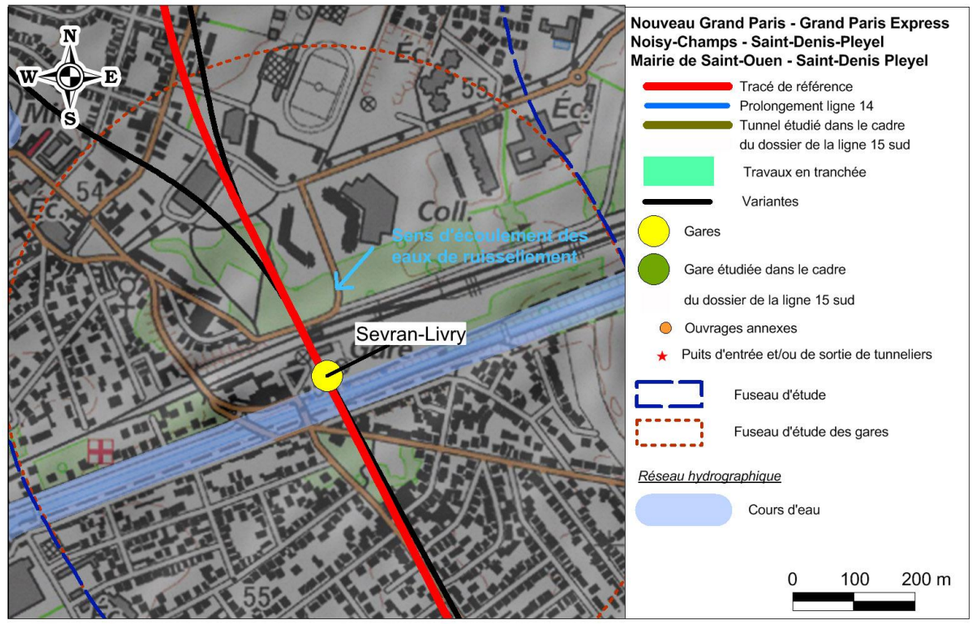


Figure 5.1-4 : Gare de Sevran-Livry implantée immédiatement au nord du Canal de l'Ourcq

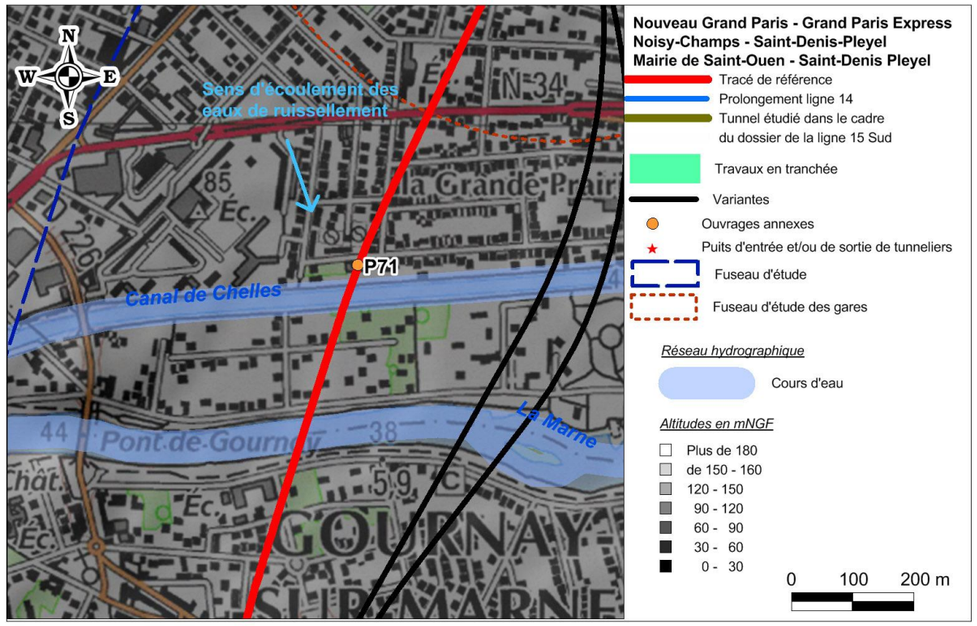


Figure 5.1-5 : Puits d'aération implanté immédiatement au nord du Canal de Chelles

Atteinte à la qualité des eaux : Mise en suspension de particules

Dans les secteurs concernés par des travaux en surface (gares, puits, points particuliers, sites de maintenance, …), les terrains naturels offrant actuellement une bonne capacité d'absorption des eaux de ruissellement, seront imperméabilisés. De ce fait, le volume d'eau de pluie à gérer sera supérieur à la situation actuelle.

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 et/ou les cours d'eau traversés.

De plus, la suppression de la végétation sur les emprises chantiers, et les stocks de matériaux non protégés de la pluie, peuvent générer des phénomènes d'érosion en cas de forte pluie aggravant les impacts liés à la mise en suspension des « fines ».

Les impacts sont forts pour les bases chantier proches des cours d'eau :

- Puits d'attaque de tunnelier d'Aubervilliers en bordure du canal Saint-Denis ;
- Puits d'aération (P71) implanté immédiatement au nord du Canal de Chelles ;
- Gare de Sevran-Livry accolée au Canal de l'Ourcq.

Pour les autres bases chantiers, les impacts sur le milieu récepteur sont moyens à faibles.

Modification des débits de ruissellement sur les emprises chantiers

La phase chantier engendre des modifications des conditions de ruissellement superficiel sur les bases chantier pour les raisons suivantes :

- la modification de la topographie durant la phase chantier : excavations créées, stockage de terres excavées,
- imperméabilisation des emprises chantier : dalles de support des machines, voies de circulation des engins,
- création d'exutoires internes à l'emprise chantier : infiltrations ou injections d'eau collectée,
- modification de la répartition des débits aux exutoires externes : adaptation de l'évacuation des eaux collectées en fonction de l'organisation du chantier.

La définition actuelle des bases chantier ne permet pas d'évaluer de façon précise les modifications engendrées par la réalisation des travaux.

Les impacts sont forts à l'échelle de chaque base chantier, l'occupation de la surface du sol étant largement modifiée.

A plus grande échelle, les impacts sont également forts pour les bases chantier proches des cours d'eau, a fortiori si une relation directe peut être établie entre les ruissellements de l'emprise et le cours d'eau :

- Puits tunneliers d'attaque d'Aubervilliers en bordure du canal Saint-Denis ;
- Puits d'aération (P71) implanté immédiatement au nord du Canal de Chelles ;
- Gare de Sevran-Livry accolée au Canal de l'Ourcq.

Pour les autres bases chantiers, les impacts sur le milieu récepteur sont moyens.

Travaux en zone inondable

La zone inondable correspond au zonage des Plus Hautes eaux Connues (PHEC). Celle-ci est définie sur la base de la montée des eaux de la crue de 1910. Les inondations entraînent des dégâts matériels et humains liés à la hauteur et à la durée de la submersion.

Le secteur de Chelles est le secteur du projet le plus confronté aux phénomènes d'inondations, par débordement de la Marne.

Aucune zone inondable par débordement de la Seine n'est concernée par le projet.

Impacts sur les ouvrages superficiels

Les ouvrages superficiels concernés par le risque d'inondation sont listés dans le Tableau 5.1-2.

La gare de Chelles ainsi que plusieurs puits d'aération se situent en zone inondable suivant la crue de référence de 1910 prise dans les Plans de Prévention des Risques Inondations (PPRI) et documents équivalents.

Un des ouvrages situé sur la commune de Gournay-en-Marne s'inscrit dans le zonage réglementaire (zone verte) du PPRI de la Marne dans le département de Seine-Saint-Denis approuvé en 2010.

L'objet de la zone verte du PPRI est de « Limiter le risque pour les personnes et les biens exposés tout en préservant l'activité et le développement du site concerné », ce qui semble en première approche compatible avec l'implantation d'un puits de ventilation.

Les articles du PPRI contraignants pour la réalisation d'un ouvrage tel qu'un puits de ventilation sont listés ci-après.

Le règlement de la zone verte du PPRI de la Marne dans le département de Seine-Saint-Denis autorise, sous respect des prescriptions générales de l'article 2, « les infrastructure de transport ferroviaires, les éléments nécessaires à leur fonctionnement doivent être hors d'eau ou dans des cuvelages étanches. De même, les infrastructures au sol doivent être réalisées avec des matériaux imputrescibles. »

Les autres prescriptions sont relatives aux biens et activités existants.

L'ensemble des prescriptions de l'article 2 doivent être mises en œuvre durant la phase chantier. Celles intéressant particulièrement le projet sont listées dans la partie « mesures d'accompagnement ».

Par ailleurs, aucun ouvrage n'est concerné par le Plan des Surfaces Submersibles (PSS) approuvé en 1994 sur les communes de Chelles et Champs-sur-Marne. Un Plan de Prévention des Risques Inondation est toutefois prescrit sur la commune de Chelles (05/02/2007).

Enfin, aucun ouvrage n'est concerné par le débordement de la Seine.

Tableau 5.1-2 : Caractéristiques des ouvrages superficiels concernés par le risque inondation par débordement de cours d'eau

Nom de l'ouvrage	Implantation au sein du zonage PHEC	Implantation au sein d'un zonage PPRI/PSS	Zonage concerné	Niveau d'aléas de submersion
P64 - Puits de ventilation	**OUI**	**NON**	Aucun	Submersion inférieure à 1m
P65 - Puits de ventilation	**OUI**	**NON**	Aucun	Submersion comprise entre 1 et 2m
Gare de Chelles	**OUI**	**NON**	Aucun	Submersion inférieure à 1m Base chantier sur un aléa de submersion comprise entre 1 et 2m
P71 - Puits de ventilation	**OUI**	**NON**	Aucun	Submersion comprise entre 1 et 2m
P72 - Puits de ventilation	**OUI**	PPRI de la Marne en Seine-Saint-Denis (15/01/2010)	Zone verte	Submersion inférieure à 1m

Les figures 5.1-6 et 5.1-7 présentent respectivement les aléas de submersion et les zonages réglementaires des PPRI et PSS vis-à-vis du projet.

En phase travaux, les impacts sont :

- Incidence sur l'écoulement de la crue en zone urbaine : ralentissement, changement d'orientation ;
- La zone urbaine étant dense, les nouvelles émergences ne créeront pas modification forte de la ligne d'eau.
- Incidence sur les zones d'expansion de crue : réduction par prise de volume à la crue
- La faible emprise des émergences vis-à-vis de l'ambiance urbaine du secteur limite ainsi l'effet de prise de volume à la crue. Celui-ci est alors très localisé et négligeable à l'échelle du lit majeur.
- Dégâts sur les ouvrages et matériels de chantier non placés hors d'eau ou non évacués.

Impacts sur le tunnel

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

Les prescriptions en lien avec le projet sont les suivantes :

- Art 3 : « L'établissement ou la modification dans les zones ci-dessus-définies, de digues, remblais, dépôts de matières encombrantes, excavations effectuées pour l'extraction de matériaux, clôtures, plantations, constructions, murs, haies ou de tous autres ouvrages susceptibles de faire obstacle à l'écoulement des eaux ou de restreindre d'une manière sensible le champ des inondations doit faire l'objet de la déclaration préalable prescrite par l'article 50 du code du domaine public fluvial et de la navigation intérieure et prévue à l'article 7 du décret du 20 octobre 1937 susvisé »
- Art 5 : « Seront en principe autorisés après déclaration préalable […], dans la zone A »

  « *La réalisation d'équipements et voiries d'intérêt public dont l'implantation en zone A dite de grand écoulement est une nécessité sous réserve qu'une étude hydraulique en détermine l'impact sur l'écoulement et les mesures compensatoires nécessaires à mettre en œuvre par le pétitionnaire* »

La réalisation du tunnel est compatible avec le règlement du PSS de Chelles.

Par ailleurs, le tunnel intercepte tous les zonages réglementaires du PPRI de la Marne en Seine-Saint-Denis sur la commune de Gournay-en-Marne.

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

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

La réalisation du tunnel est compatible avec le règlement du PPRI de Chelles.

Impact général

L'impact est faible en raison :

- De la nature souterraine du projet, à savoir que seuls quatre ouvrages émergents sont situés en zonage des Plus Hautes Eaux Connues ;
- De la faible surface de stockage prise à la crue par les ouvrages de ventilation et l'implantation de la gare de Chelles au regard de l'emprise PHEC ;
- De l'occupation du sol actuelle, déjà fortement urbanisée.

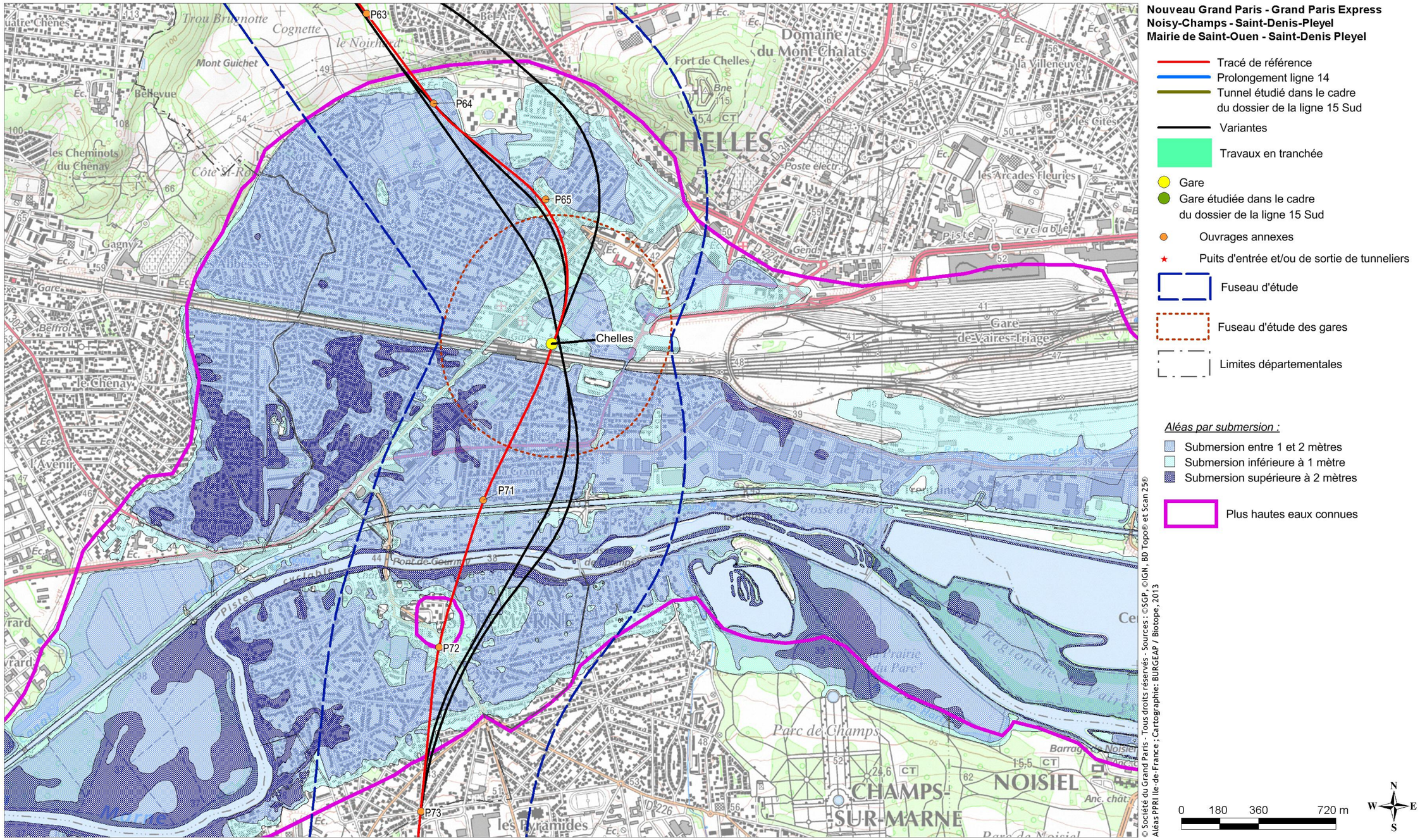


Figure 5.1-6 : Plus Hautes Eaux Connues et aléas de submersion au droit du projet

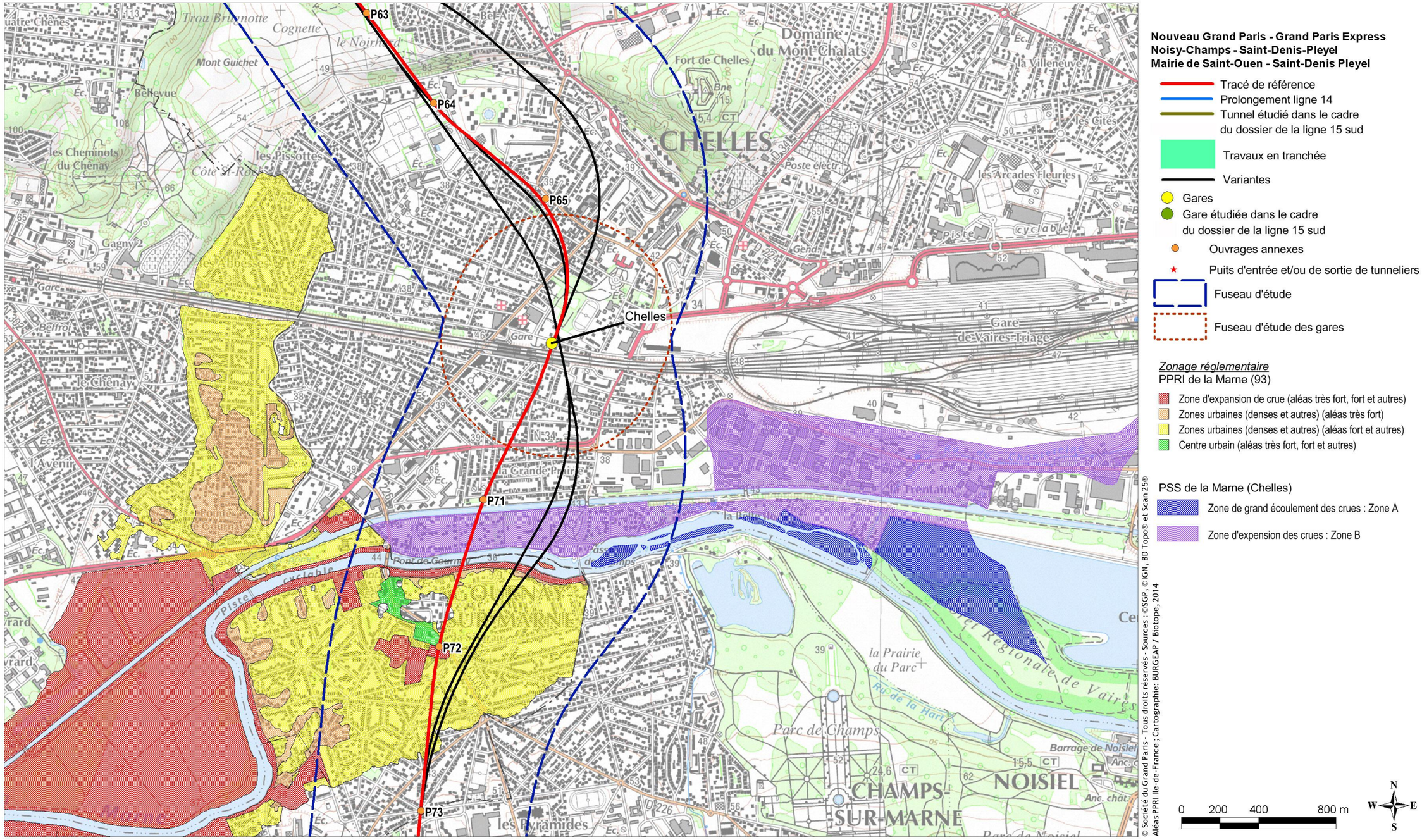


Figure 5.1-7 : Zonage réglementaire du PPRI de la Marne et du PSS de Chelles et interactions avec le projet

Interaction du projet avec l'aqueduc de Dhuis (ou Dhuys)

Une base chantier interfère l'aqueduc de la Dhuis et ses périmètres de protection. Cette dernière comprend notamment :

- la gare de Clichy-Montfermeil, située au nord de l'aqueduc ;
- le puits de sortie tunnelier en proximité immédiate du réseau d'eau potable.

Cet aqueduc n'est plus utilisé aujourd'hui pour la partie enterrée au droit de la promenade ; seul un filet d'eau résiduel y passe.

Les périmètres de protection de l'aqueduc s'assimilent à une servitude de protection de l'ouvrage approuvé par déclaration d'utilité publique du 4 mars 1862. Ces périmètres sont les suivants :

- Une zone de protection immédiate, constituée par l'emprise appartenant à Eau de Paris (largeur 20 m), servitude non annexée au PLU de Clichy-sous-Bois ;
- Des zones de protection rapprochée, constituées par deux bandes de 13m de largeur de part et d'autre de l'emprise de l'aqueduc, servitudes non annexées au PLU de Clichy-sous-Bois ;
- Des zones de protection éloignée, constituées par deux bandes de terrain s'étendant jusqu'à une distance de 40m de part et d'autre de l'aqueduc.



Figure 5.1-8 : Représentation schématique des périmètres de protection sanitaires des aqueducs (Eau de Paris)

Nota : Il faut préciser que la promenade au droit de l'aqueduc est également protégée suivant le Code de l'environnement (appartenant à la ZPS des Sites de Seine-Saint-Denis) et suivant le Code de l'urbanisme (zone N du PLU de Clichy-sous-Bois, et protection au titre de l'article L123-1-5-7 du code de l'urbanisme). Le SDRIF identifie un linéaire de migration le long de la promenade de la Dhuis.

Tableau 5.1-3 : Prescriptions relatives au périmètre de protection de l'aqueduc (Maîtrise des processus, Protection sanitaire des aqueducs de la Ville de Paris)

Périmètre	Prescription	Compatibilité du projet
La zone de protection immédiate	Toute nouvelle construction **y est interdite excepté celles liées à l'exploitation de l'aqueduc**. Seules sont tolérées les traversées de route, d'ouvrages d'art, ou de canalisations après autorisation « d'Eau de Paris »,.	Pas de construction aérienne sur la zone de protection immédiate. Le tunnel recoupe cependant l'aqueduc suivant la vue en plan.
La zone de protection rapprochée	Dans cette zone, sont interdits : Toutes constructions, quelles qu'elles soient sauf celles liées à l'exploitation de l'aqueduc ; Les dispositifs d'assainissement non collectifs (stockage, traitement et évacuation) Les fouilles, carrières et décharges ; Fumiers, immondices, dépôts de matières quelconques susceptibles de souiller les eaux d'alimentation ; … Dans cette zone sont tolérés : Les chaussées et trottoirs comportant un revêtement rigoureusement étanche et des caniveaux présentant une section et une pente suffisante pour assurer un écoulement rapide des eaux les éloignant de l'aqueduc ; Les canalisation d'eaux pluviales et d'eaux usées : En parallèle de l'aqueduc : EP, la canalisation devra être constituée d'un égout visitable. EU : la canalisation devra être étanche et placée en galerie visitable En traversées de l'aqueduc : les canalisations devront être établies au-dessous de l'aqueduc. A défaut, elle devra être placée en caniveau étanche ou en fourreau étanche avec regards de visite. Canalisations d'eau potable, d'hydrocarbures ou de gaz ; sous réserve qu'elles soient placée en fourreau étanche en acier ou béton armé capable de résister à la pression normale de service de fluide transporté, avec regards de visite. …	Le puits de sortie tunneliers s'inscrit dans la zone de protection rapprochée.
La zone de protection éloignée	Dans cette zone sont interdits : Les dispositifs d'assainissement non collectifs (stockage, traitement et évacuation) Les Fouilles, carrières et décharges ; Fumiers, immondices, dépôts de matières quelconques susceptibles de souiller les eaux	Le puits de sortie tunneliers s'inscrit dans la zone de protection éloignée.

	d'alimentation ; … Dans cette zone, sont tolérés : Les stockage d'hydrocarbures à usage exclusivement domestique : moyennant des précautions spéciales (installation de la cuve dans un local visitable dont le sol et les parois constituent une cuvette de capacité suffisante pour qu'en cas de rupture de la totalité du réservoir, le liquide ne puisse s'écouler au dehors) ; Parcs de stationnement pour véhicules : sous réserve que le sol en soit rigoureusement étanche et que l'écoulement des eaux de ruissellement s'effectue dans une direction opposée à celle de l'aqueduc ; Canalisation d'eaux pluviales et d'eaux usées : Parallèle à l'aqueduc et distantes de celui-ci de moins de 25m: EP, la canalisation devra être constituée d'un égout visitable. EU : la canalisation devra être étanche et placée en galerie visitable Parallèle par rapport à l'aqueduc et distantes de celui-ci de plus de 25 m ou transversale à l'aqueduc : la génératrice supérieure de la canalisation devra être à une cote d'altitude inférieure d'au moins 0,5m à celle de la génératrice inférieure de l'aqueduc. A défaut, elle devra être placée en caniveau étanche ou en fourreau étanche avec regards de visite.	

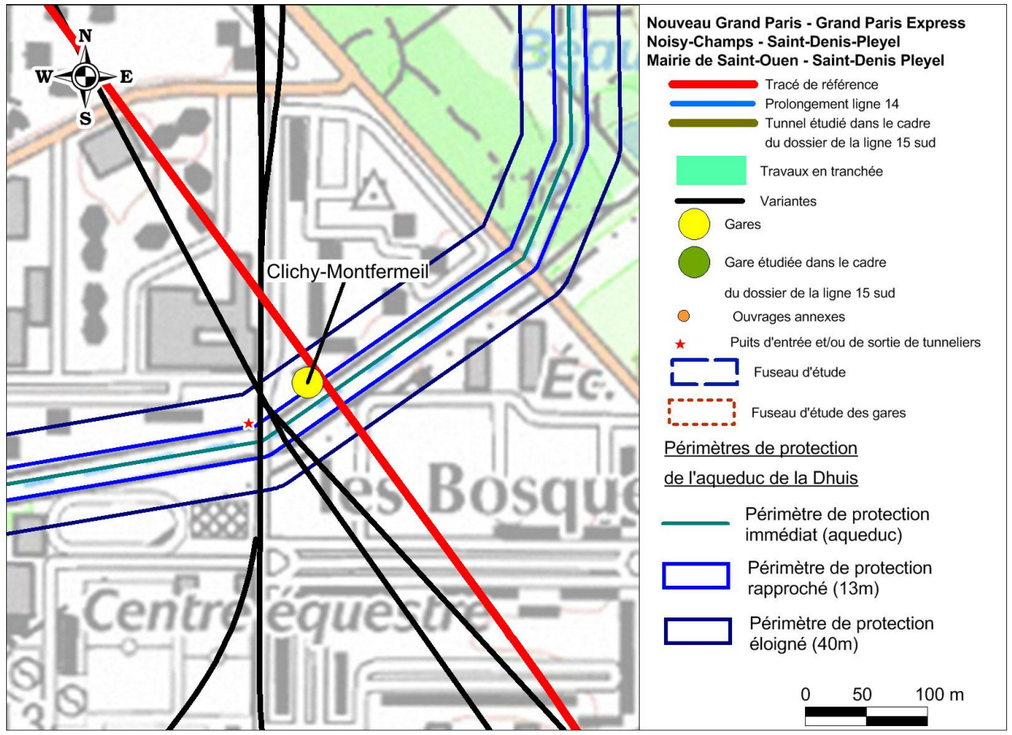


Figure 5.1-9 : Périmètres de protection de l'aqueduc de la Dhuis et interaction avec le projet

Nota : La représentation graphique proposée ci-dessus est issue de données géo référencées fournies par la Société du Grand Paris. En pratique, le puits de sortie tunnel sera positionné en tenant compte des périmètres de protections de l'aqueduc.

L'impact vis-à-vis de l'aqueduc pendant la phase chantier est moyen, de par l'emprise des travaux recoupant les zones de protection sanitaires. De plus, la boite gare ainsi que le puits de sortie tunnelier interfèrent avec les périmètres de protection rapproché et/ou éloigné de l'aqueduc.

5.1.1.2 Impacts indirects

Alimentation en eau potable de surface

Les captages AEP proches, et en particulier ceux disposant de périmètres de protections définis par un arrêté DUP, feront l'objet d'une attention toute particulière lors de la réalisation des travaux de mise en œuvre de l'infrastructure, au regard des incidences potentielles d'un point de vue qualitatif. Il s'agira essentiellement :

- De la dégradation de la qualité des eaux en raison d'un déversement de polluants accidentel ;
- De l'apport d'eau chargée en MES, par ruissellement depuis les bases chantiers des puits aux abords du cours d'eau.

Les incidences du projet sur les captages lors du chantier sont uniquement qualitatives. Le projet n'a en effet aucun impact sur le régime d'écoulement de la Marne.

Le captage concerné est la prise d'eau dans la Marne située sur la commune de Noisy-le-Grand, à environ 2km de la limite du fuseau et 4,5km de la gare de Chelles. Le fuseau d'étude intercepte le périmètre de protection rapproché de ce captage à environ 1km au sud de la gare de Chelles.

Cependant, aucun ouvrage (gare, puits, ..) n'est implanté au sein des périmètres de protection identifiés. Seul le tunnel est compris dans le périmètre de protection.

Les aires de chantiers situées dans les 500 mètres autour du périmètre de protection sont celles de la gare de Chelles et celles des puits d'aération au sud de la gare (puits P71 et P72).

Dans ces conditions, l'impact est négligeable.

5.1.1.3 Mesures d'accompagnement en phase chantier

Mesures d'évitement

Réduction de la longueur des gares

La réduction de la longueur des quais de 120m à 54m correspond en une mesure d'évitement de certains impacts identifiés. Elle permet ainsi de réduire l'emprise de chaque « boîte » gare.

Ainsi, des contraintes existantes auparavant sont évitées. Au niveau de la gare de Clichy Montfermeil, cette réduction permet d'éviter le déplacement de l'aqueduc et de limiter l'impact aux périmètres.

Autre cas particulier, la réduction de la gare de Sevran-Livry permet de la positionner entre les voies du RER B et la canal de l'Ourcq. Cela évite les atteintes au lit mineur du canal de l'Ourcq.

Délimitation fine du chantier de mise en place de la paroi moulée (notamment au niveau de la gare Sevran-Livry et de la gare de Clichy Montfermeil)

La mesure consiste à définir très finement le périmètre d'intervention afin d'éviter tout interaction directe sur le lit mineur du canal de l'Ourcq, pour la gare de Sevran-Livry, et avec l'aqueduc de la Dhuis pour la gare de Clichy Montfermeil.

En effet, une fois la paroi moulée mise en place, les risques de débordement des impacts du chantier deviennent nuls.

Coordination avec Eau de Paris concernant l'aqueduc de la Dhuis

L'objectif est d'éviter toutes interventions en sein du périmètre immédiat de protection de l'aqueduc et de limiter les atteintes au périmètre rapproché. Il s'agit donc d'adapter l'organisation du chantier en tenant compte à la fois des périmètres de protection et des contraintes opérationnelles.

Dans l'état actuel d'avancement des études du projet, les modalités d'aménagement et d'utilisation de la base chantier ne sont pas précisément définies.

Ces étapes de travail auront lieu jusqu'au début des travaux.

Mesures de réduction

Etudes réglementaires : Dossier Loi sur l'Eau

La production d'un dossier réglementaire dit Loi sur l'Eau sera nécessaire au vu des enjeux hydrauliques et hydrogéologiques (voir partie précédente).

Elle nécessite la réalisation d'études hydrauliques sur les thématiques suivantes : gestion des eaux pluviales, rétablissements des écoulements divers, travaux en lit majeur.

Les rubriques de la nomenclature Loi sur l'Eau de l'article R214-1 du code de l'environnement concernées sont notamment la rubrique 2.1.5.0 (rejets d'eau au milieu naturel) et la rubrique 3.2.2.0 (travaux en lit majeur).

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.

Consultation des gestionnaire des réseaux humides (assainissement usé et pluvial)

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

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

Cet accord permet 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 chantiers

Afin d'assurer des rejets d'eau pluviale 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 devra organiser la gestion des eaux pluviales dans le respect des règles en vigueur, qu'elles soient liées au SDAGE, aux règlements locaux ou aux prescriptions 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 de la gestion des eaux pluviales définitive, exigés en tant que mesure compensatoire dans ce dossier, et dans le (les) dossier(s) Loi sur l'Eau, sont 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 consistent 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 le (les) dossier(s) Loi sur l'Eau.

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 polluant identifié.

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

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

L'entretien 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.

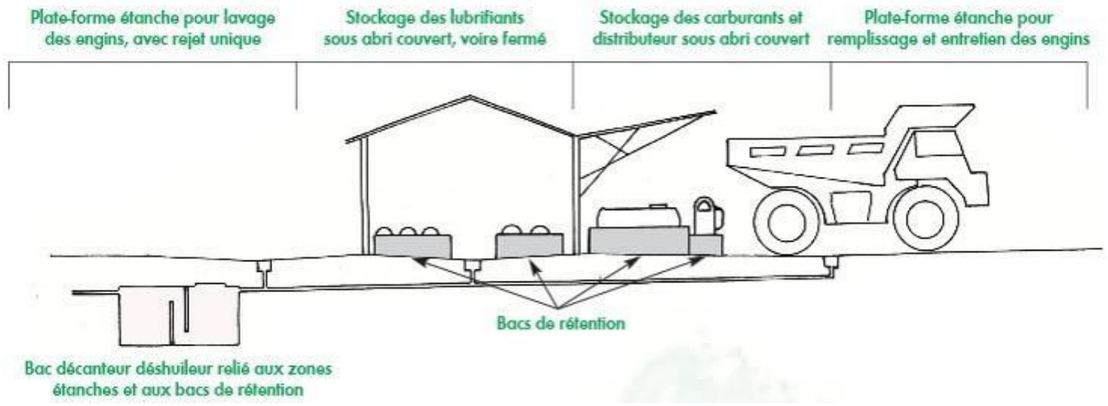


Figure 5.1-10 : Schéma représentant les techniques d'entretien des engins et de stockage de produits polluants

Gestion des crues lors de la phase chantier (suivi du phénomène de crue et mise en place d'une solution adaptée)

Une des mesures de réduction consistera à suivre le réseau d'alerte pour les crues de la Marne, sur la base des niveaux de références de 1910 (sous la forme de la mise en œuvre d'une procédure « crue »).

La Marne est un cours d'eau lent, dont les crues s'étalent de novembre à avril. Les caractéristiques hydrométriques de la Marne, notamment les hauteurs et les débits, sont surveillées en permanence par le **Service de Prévision des Crues** « Seine Moyenne Yonne Loing » (DRIEE).

Ainsi, l'alerte peut être donnée entre 72 et 48 heures à l'avance, ce qui permet de mettre en place des mesures de protection adaptées.

Les coordinateurs de travaux devront donc s'informer régulièrement de l'état de situation vis-à-vis des cours d'eau.

Des procédures spécifiques à la gestion de la crue seront mises en place au moment de la préparation des chantiers.

Respect des dispositions du PPRI ou du PSS pour les ouvrages concernés

Les règlements des différents PPRI sont à respecter afin que le projet soit rendu compatible avec ces derniers.

Il pourra s'agir de mettre en place des dispositions constructives particulières, mais aussi des préconisations de réalisation en phase travaux, sur les installations de chantier.

Les principes suivants seront à respecter lors de la phase travaux :

- Tous les ouvrages et matériels situés sous la cote des plus hautes eaux connues devront être :
  - soit étanches,
  - soit inclus dans des structures étanches et capables de résister à la pression de l'eau.

- Toutes les sorties à l'air libre situées dans ces zones ne devront pas être submersibles à la cote des plus hautes eaux connues. Si tel est le cas malgré tout, des dispositions particulières devront être prises afin de préserver à minima un accès « hors eau » durant la phase travaux permettant l'évacuation des intervenants sur site en cas de phénomène d'inondations « rapide » et- non détecté préalablement.

Le tableau ci-dessous identifie les préconisations de la zone verte du PPRI où s'implante un des ouvrages de ventilation de l'infrastructure (puits P71).

Tableau 5.1-4 : Prescription s'appliquant en zone verte du PPRI de la Marne

Prescriptions générales : applicables aux activités et biens existants et futures quelle que soit la zone réglementaire	Interactions avec le projet (puits de ventilation P71)
Prescriptions d'urbanisme « Afin de conserver les volumes de stockage de l'eau, les remblais (lorsqu'ils sont autorisés) doivent être compensés par un volume de déblai au moins égal, soustrait du terrain naturel au-dessus du niveau de la nappe alluviale et situés sur la même parcelle (en zone inondable », à l'exception des remblais mis en œuvre dans le cadre d'opérations d'aménagements pour lesquelles l'équilibre déblai/remblai doit être respecté à l'échelle de l'opération et non de la parcelle. […]. Les volumes étanchés (volumes étanches ou volumes non submersibles à partir de la cote du terrain naturel) […] doivent être compensés au même titre que les remblais. […].	Le volume pris à la crue sera déterminé de façon précise au sein des Dossiers Loi sur l'Eau
Prescriptions constructives - Equipements : « Les équipements vulnérables, notamment les équipements électriques, électroniques, de chauffage, les moteurs, les compresseurs, les machineries d'ascenseur, les centres informatiques, les centraux téléphoniques et les transformateurs, ainsi que les parties sensibles à l'eau des installations fixes, doivent être situés au-dessus de l'altitude des PHEC, ou, à défaut, dans des cuvelages étanches. » - Réseaux : « Afin de protéger les parties de bâtiments situés sous l'altitude des PHEC, et lorsque ces bâtiments n'ont pas vocation à faciliter l'écoulement des eaux, des mesures d'étanchéité doivent être réalisées : dispositif d'obturation des ouvertures, dispositif anti-refoulement… » - Fondations : « Pour les biens et activités futures, les bâtiments doivent être conçus de manière à pouvoir résister aux tassements différentiels et aux sous-pressions hydrostatiques, aux affouillement et aux érosions localisées. Les fondations et parties de bâtiments construites sous la cote des PHEC doivent être réalisées avec des matériaux insensibles à l'eau ou traités pour l'être ». - Murs : « Les murs et revêtements de sols, l'isolation thermique et phonique doivent être réalisés à l'aide de matériaux insensibles à l'eau pour les parties de bâtiments situées en dessous de l'altitude des PHEC.	Le puits de ventilation est composé d'équipements vulnérables qui devront être soit mis hors d'eau, soit dans des cuvages étanches. Les mesures constructives relatives aux fondations des bâtiments et revêtements des surfaces sensibles au risque inondation devront être respectées afin de prévenir les dommages éventuels d'une crue sur le puits de ventilation.
Prescriptions relatives aux parcages et stockage De nombreuses prescriptions visant à protéger et mettre hors d'eau et à éviter l'emportement par la crue des équipements, matériels et produits polluants utilisés en phase chantier, seront à respecter.	Le chantier du puits de ventilation devra respecter les prescriptions servant les deux objectifs suivants ; limiter les risques de pollution et de danger liés aux objets flottants ; empêcher la dispersion et la flottaison d'objets susceptibles de blesser les personnes ou d'endommager les biens.

5.1.1.4 Effets résiduels

L'application de la réglementation Loi sur l'Eau limite fortement les impacts résiduels pour les aspects qualitatifs des rejets et pour la gestion de la problématique inondation.

En pratique, ces effets sont acceptables car les études menées pour les dossiers Loi sur l'Eau conduisent à définir des mesures de réduction le permettant

5.1.1.5 Mesures de compensation aux effets résiduels

Aucune mesure de compensation n'est nécessaire.

5.1.1.6 Mesures de suivi dans le temps

Suivi de la qualité des eaux des cours d'eau et canaux

La principale mesure de suivi dans le temps des travaux consiste en l'analyse de la qualité des cours d'eau aux abords du projet et de déterminer l'évolution de paramètres chimiques et physico-chimiques des cours d'eau.

Pour ce, devront être déterminés :

- Les points d'analyse de suivi des cours d'eau : choix du cours et point d'analyse,
- La fréquence de suivi et le protocole de mesures à mettre en œuvre, en particulier les paramètres à suivre,
- Les composés « références » de suivi,
- Ces éléments seront précisés dans les dossiers Loi sur l'Eau.

5.1.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

5.1.2.1 Impacts directs

Impacts sur les ouvrages en cas de survenue d'une crue

En cas de survenue d'un phénomène de crue, les impacts principaux seront :

- L'exposition des population aux risques divers (noyade, électrocution) du fait de la submersion de l'infrastructure,
- Des dégâts matériels sur les ouvrages nécessaires au fonctionnement du réseau de transport en commun par intrusion d'eau via les ouvrages émergés : structure, moteurs de ventilation, appareillage…
- Une rupture de l'exploitation du réseau de transport en commun.

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

Les impacts sont identifiés au niveau des ouvrages d'émergences (gare et ouvrages annexes) et plus particulièrement au niveau de la gare de Chelles et des puits de ventilation P71 et P72, présents dans la zone inondable.

L'impact est fort s'il n'est pas maîtrisé.

Gestion continue des ouvrages d'assainissement pluvial

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

Les impacts sont donc, à ce stade, dus uniquement à une mauvaise gestion ou un mauvais entretien des ouvrages.

Du fait de la prise en compte de la gestion des eaux en phase d'exploitation dès la réalisation du chantier, les impacts sont nuls.

5.1.2.2 Impacts indirects

Alimentation en eau potable

Le projet n'ayant pas d'impact sur les écoulements de la Marne, les incidences sur le captage de Neuilly-sur-Marne sont nulles d'un point de vue quantitatif.

Aucun ouvrage (gare, puits,..) n'est implanté au sein des périmètres de protection, ce qui limite ce risque de dégradation de la qualité de l'eau.

L'impact est négligeable sur la ressource en eau potable superficielle.

5.1.2.3 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

Mise hors d'eau des accès des ouvrages en zone inondable

A ce stade, la principale mesure d'évitement consiste à mettre hors eau les émergences des ouvrages et leurs accès. Cette mise hors eau passe par une mise à la cote casier au minimum des émergences. Elle permet d'éviter les impacts liés à la submersion de l'infrastructure et à l'entrée d'eau dans les ouvrages.

Cette mesure correspond à celle privilégiée par la Société du Grand Paris car elle répond le mieux à la réglementation en vigueur.

Cependant en fonction de la configuration urbaine et topographique locale, la mise en œuvre de cette mesure peut s'avérer difficile ou augmenter fortement les impacts liés aux volumes et surfaces pris à la crue.

L'alternative à cette mesure est la mise en place de procédures d'obstruction des ouvertures des émergences sur le principe de celles existantes actuellement à la RATP (cf. mesure de réduction des impacts).

Mesures de réduction

Dispositif de protection à mettre en place en cas de crue

Des protocoles et dispositifs de protection similaires à ceux utilisées sur les lignes de métro parisiennes devront être mis en place pour faire face aux phénomènes de crues.

Il est à noter que la RATP a mis en place un plan de prévention pour ses propres installations. Ce plan vise à rendre le réseau RATP étanche (dans la mesure du possible) en cas de montée des eaux de la Seine jusqu'au niveau de crue de 1910. Le plan identifie :

- Un répertoire des infrastructures situées en zone inondable ;
- Une prévision de moyens en hommes, en matériaux et en matériels ;
- Une passation de marchés particuliers avec des fournisseurs (mortiers, parpaings, truelles…).

De façon générale, la RATP prévoit la protection de l'ensemble des émergences en voirie situées en zone inondable par des protections maçonnées (parpaings par exemple), portes étanches ou bastaings aluminium.

En fonction des hauteurs d'eau de la Marne et de la Seine, un certain nombre d'actions sont déclenchées :

- Fermetures de portes étanches ;
- Cloisonnement des ouvertures des émergences ;
- Vérifications des drains de voie ;
- Ajout de pompes supplémentaires de secours en cas d'apports d'eau trop importants ;
- Déplacement du matériel.

Un Poste de Commandement de Coordination Crue est mis en place à la RATP en relation avec la préfecture et le Syndicat des Transports d'Île-de-France. Il pilote le montage des protections et prend la décision d'arrêter le trafic sur les lignes (métro, RER, Bus et Tramway) dès qu'il y a le moindre danger.

Une procédure similaire sera mise en place par la Société du Grand Paris.

5.1.2.4 Effets résiduels

L'application de la réglementation Loi sur l'Eau limite fortement les impacts résiduels pour les aspects qualitatifs des rejets et pour la gestion de la problématique inondation.

En pratique, ces effets sont acceptables car les études menées pour les dossiers Loi sur l'Eau conduisent à définir des mesures de réduction le permettant

5.1.2.5 Mesures de compensation aux effets résiduels

L'étude hydraulique qui sera menée dans le cadre du Dossier Loi sur l'Eau pour la gare de Chelles et les ouvrages de ventilation soumis aux inondations, préconisera les mesures compensatoires à mettre en place le cas échéant.

5.1.2.6 Mesures de suivi dans le temps

Formation du personnel à la mise en œuvre des procédures

Le fonctionnement optimal des procédures de gestion des crues nécessitent que les personnels qui doivent intervenir soient formés à ces procédures et à leur mise en œuvre.

Les personnels désignés doivent savoir exactement ce qu'ils ont à faire en cas de mise en œuvre de ces procédure.

Cela passe également par des exercices d'alerte réguliers permettant l'acquisition d'automatismes.

Inspection des moyens de confinement du réseau

Il est également nécessaire que les matériels et matériaux utilisés dans ces procédures soient identifiés et localisés.

Les personnels désignés doivent savoir :

- Quels matériels utiliser et comment les utiliser,
- Où ils se trouvent : la récupération des matériels doit faire partie des consignes de mobilisation,
- Quels matériaux utiliser et où ils se trouvent.

La revue doit comporter les procédures de commandes et de réservation des matériels et matériaux :

- Qui commande,
- Quel est le fournisseur,
- Quelles sont les modalités de livraison.

Cela suppose que les fournisseurs soient pré identifiés et que les processus de commande aient été préétablis.

Cela suppose également un suivi des marchés concernés de manière à assurer la disponibilité en cas de crise. La constitution de stocks doit être envisagée.

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 passe par :

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

5.1.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

5.1.3.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Tableau 5.1-5 : Coûts des mesures d'évitement – Phase chantier

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Réduction de la longueur des gares	Réduction du coût des travaux et des volumes de terres à évacuer – IMPACT POSITIF
Délimitation fine du chantier de mise en place de la paroi moulée (notamment au niveau de la gare Sevran-Livry et de la gare de Clichy Montfermeil)	Non quantifiable, à intégrer dans le cahier des charges des entreprises de travaux et au programme de travaux.
Coordination avec Eau de Paris concernant l'aqueduc de la Dhuis	Les prescriptions relatives aux travaux aux abords de l'aqueduc ne sont pas définies aujourd'hui précisément, d'où la difficulté de prévoir les coûts associés.

Tableau 5.1-6 : Coûts des mesures de réduction – Phase chantier

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Etudes réglementaires: Dossier Loi sur l'Eau	5 à 10 k€ HT par ouvrage (gare, puits) avant mutualisation éventuelle
Mise en place d'ouvrages de collecte temporaire au niveau des bases chantiers	Bassin de décantation provisoire : 20 à 35 €HT par m² Fossé provisoire de collecte : 2 à 3 €HT par ml Imperméabilisation par géomembrane : 8 à 10 €HT par m²
Consultation des gestionnaire des réseaux humides (assainissement usé et pluvial)	Non quantifiable, à intégrer dans le cahier des charges des entreprises de travaux et au programme de travaux. DR et DICT obligatoires
Mise en place d'un Plan de Secours en cas de pollutions accidentelles ou d'incidents	Non quantifiable, à intégrer dans le cahier des charges des entreprises de travaux et au programme de travaux.
Entretien des engins sur des aires aménagées et système de stockage des produits polluants	Non quantifiable – Dépend de l'organisation des bases chantier
Gestion des crues lors de la phase chantier (suivi du phénomène de crue et mise en place d'une solution adaptée)	Non quantifiable, à intégrer dans le cahier des charges des entreprises de travaux et au programme de travaux
Respect des dispositions du PPRI ou du PSS pour les ouvrages concernés	Intégré au dossier Loi sur l'Eau

5.1.3.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Tableau 5.1-7 : Coûts des mesures d'évitement – Phase exploitation

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Mise hors d'eau éventuelle des accès des ouvrages en zone inondable	Intégré à la conception du projet

Tableau 5.1-8 : Coûts des mesures de réduction – Phase exploitation

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Dispositif de protection à mettre en place en cas de crue	Non quantifiable - Dépend des choix du maître d'ouvrage

5.1.4 Impacts cumulés

5.1.4.1 Impacts cumulés en phase chantier

Il faut distinguer ici deux situations :

- Les ouvrages du projet sont intégrés à un projet plus général de reconfiguration urbaine et les travaux ont lieu en même temps : c'est le cas des gares de Clichy-Montfermeil, de Sevran-Beaudottes. Dans ce cas, on ne peut pas considérer que des impacts cumulés existent. Les impacts sont gérés à l'échelle du projet global et ceux des ouvrages concernés sont mineurs par rapports à ceux du nouveau quartier.

- Les ouvrages du projet sont intégrés à un projet immobilier ou d'aménagement à l'échelle d'une parcelle ou d'un îlot urbain : gares de Chelles et Saint-Denis-Pleyel. Dans ce cas les chantiers se suivent, la gare étant réalisée la première. Les impacts cumulés sont inférieurs aux impacts des chantiers pris séparément puisque l'emprise de base est la même.

- Le projet interfère avec des projets d'infrastructures : prolongation du Tramway T4 à Clichy Montfermeil, Tangentielle Nord au Bourget RER, autres lignes du Grand Paris Express. C'est la seule situation où des impacts cumulés sont susceptibles d'être plus importants que ceux des chantiers de base. Tout dépend des périodes de réalisation des chantiers et du degré de coordination entre les maîtres d'ouvrage : des chantiers concomitants et un faible niveau de coordination peuvent 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 sont réduits pour les raisons suivantes :

dans les zones proches de la zone commune, chaque chantier gère ses impacts, même si il doit y avoir une coordination,

les emprises concernées sont pour l'essentiel déjà imperméabilisées avec rejet au réseau.

5.1.4.2 Impacts cumulés en phase exploitation

Les impacts cumulés sont du même type que ceux décrits en phase chantier, mais en plus faible. En effet, les eaux de ruissellement circulent toujours sur le site mais les mesures prises dans chaque projet permettent de réduire de façon quasi complète ces impacts.

5.1.5 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

Tableau 5.1-9 : Synthèse des impacts du projet sur l'environnement concernant l'hydrographie et le risque inondation

Impact potentiel	Eléments du projet	Secteur(s) impactés	Impacts	Niveau d'impact	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
Chantier : Traversée de cours d'eau,	Gare Sevran-Livry	Canal de l'Ourcq	Modification physique des cours d'eau et perturbation des écoulement par déformation suite aux travaux de la gare « Sevran-Livry » pour la traversée des cours d'eau	Faible : la distance horizontale entre le lit du cours d'eau et la boîte gare est de quelques mètres	E : Réduction de la longueur des gares E : Délimitation fine du chantier de mise en place de la paroi moulée (notamment au niveau de la gare Sevran-Livry)		
Chantier : Atteinte à la qualité des eaux superficielles : pollution accidentelle	Bases chantiers	Tous milieux récepteurs exutoires d'eaux provenant des bases chantier Points particuliers susceptibles d'impacter des canaux : Canal Saint-Denis ; Canal de Chelles ; Canal de l'Ourcq.	Contaminations des milieux récepteurs (dont cours d'eau) par des polluants via le transfert: Par ruissellement direct sur le sol vers le cours d'eau ; Par infiltration dans la nappe d'accompagnement et le transfert vers le réseau hydrographique superficiel.	Fort : Secteur à enjeu, de par leur proximité immédiate au réseau hydrographique Moyen : Autres bases chantiers	R : Etudes réglementaires : Dossier Loi sur l'Eau (rubrique 2.1.5.0) R : Mise en place d'ouvrages de collecte temporaire au niveau des bases chantiers R : Consultation des gestionnaires des réseaux humides (assainissement usé et pluvial) R : Entretien des engins sur des aires aménagées et système de stockage des produits polluants R : Mise en place d'un Plan de Secours en cas de pollutions accidentelles ou d'incidents		
			Transport de « fines » en période pluvieuse : en quantité trop importante, ces matières en suspension, renfermant potentiellement des substances polluantes, peuvent polluer les cours d'eau traversés et/ou les zones localisées en aval de la zone de travaux				
Chantier : Modification des débits de ruissellements urbains sur les emprises chantiers			Modification du débit et de l'orientation des ruissellements pluviaux. Les éléments perturbateurs sont : la modification de la topographie; l'imperméabilisation ; la création d'exutoires internes la modification de la répartition des débits aux exutoires externes ;				

Chantier : Travaux en zone inondable	Bases chantiers des émergences et tunnel situés en zone inondable	Ouvrages en zones PHEC (secteur de Chelles) : gare de Chelles, puits de ventilation 64, 65, 71 et 72.	Impacts liés à la phase travaux : Incidence sur l'écoulement de la crue : ralentissement, changement d'orientation ; Incidence sur les zones d'expansion de crue : réduction par prise de volume à la crue Dégâts sur les ouvrages et matériels de chantier : non placés hors d'eau ou non évacués. Compatibilité du projet (émergences et tunnel) avec le PSS de Chelles et le PPRI de la Marne en Seine-Saint-Denis	Faible de par : La nature souterraine du projet ; L'occupation du sol déjà fortement urbanisée La faible surface de stockage prise à la crue par le projet.	R : Etudes réglementaires : Dossier Loi sur l'Eau (rubrique 3.2.2.0) R : Gestion des crues lors de la phase chantier (suivi du phénomène de crue et mise en place d'une solution adaptée) R : Respect des dispositions du PPRI ou du PSS pour les ouvrages concernés		
Chantier : Interaction du projet avec l'aqueduc de Dhuis	Bases chantier de la gare Clichy Montfermeil, du puits de sortie tunnelier Tunnel au droit de l'aqueduc	Aqueduc de la Dhuis et ses périmètres de protection à Clichy-sous-Bois.	La base chantier ainsi que certains ouvrages (boite gare, puits de sortie tunnelier) interfèrent avec les périmètres de protection de l'aqueduc de la Dhuis. Le tunnel passe au droit du périmètre de protection immédiat de l'aqueduc.	Moyen : l'emprise des travaux recoupant les zones de protection sanitaires. De plus, la boite gare ainsi que le puits de sortie tunnelier interfère avec les périmètres de protection rapproché et/ou éloigné de l'aqueduc.	E : Réduction de la longueur des gares E : Coordination avec Eau de Paris concernant l'aqueduc de la Dhuis		
Chantier : Alimentation en eau potable	Bases chantiers des puits de ventilation P71 et P72	Prise d'eau de Neuilly-sur-Marne avoisinant du Canal de Chelles et la Marne	Atteinte à la qualité des eaux de la Marne par : Dégradation de la qualité des eaux en raison d'un déversement de polluants accidentel ; Apport d'eau chargée en MES, par ruissellement depuis les bases chantiers des puits aux abords du cours d'eau.	Négligeable : Les aires de chantiers situées dans les 500 mètres autour du périmètre de protection sont celles de la gare de Chelles et celles des puits d'aération au sud de la gare (puits P71 et P72).			
Exploitation : Impacts sur les ouvrages en cas de survenue d'une crue	Bases chantiers des émergences et tunnel situés en zone inondable	Ouvrages en zones PHEC (secteur de Chelles) : gare de Chelles, puits de ventilation 64, 65, 71 et 72.	Impacts en cas de survenue d'une crue et d'immersion du réseau de transport en commun lors de l'exploitation : - Exposition des population aux risques divers (noyade, électrocution) ; - Dégâts matériels sur les ouvrages nécessaires au fonctionnement du réseau ; - Rupture de l'exploitation.	Fort, si le risque n'est pas maîtrisé	E : Mise hors d'eau des accès des ouvrages en zone inondable – Evite inondation interne R : Etudes réglementaires : Dossier Loi sur l'Eau (rubrique 3.2.2.0) R : Respect des dispositions du PPRI ou du PSS pour les ouvrages concernés R : Dispositif de protection à mettre en place en cas de crue	Prise de volume à la crue par la construction de la gare de Chelles et la mise hors d'eau des puits de ventilation.	Compensation volumique définie par le Dossier Loi sur l'Eau
Exploitation : Gestion continue des ouvrages d'assainissement pluvial	Ouvrages émergents du réseau, principalement les gares	Tous milieux récepteurs exutoires d'eaux provenant des ouvrages émergents (gares, puits de ventilation le cas échéant).	Modification quantitative des ruissellements par la construction de nouvelles émergences en surface (gares)	Négligeable :l'impact est maîtrisé dès la phase chantier en installation les ouvrages d'assainissement pluvial permanents.			

Exploitation : Alimentation en eau potable	Bases chantiers des puits de ventilation P71 et P72	Prise d'eau de Neuilly-sur-Marne avoisinant du Canal de Chelles et la Marne	Pollution accidentelle non maîtrisée lors de la phase exploitation, impactant la qualité de l'eau de la Marne.	Négligeable :éloignement des ouvrages superficiels par rapport au réseau hydrographique			

5.1.6 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du Grand Paris Express

Les différents types d'impact et de mesures explicités pour le projet se retrouvent à l'échelle du Grand Paris Express.

L'implantation d'ouvrages ou d'installations de chantier engendre des impacts sur les eaux superficielles. Comme les types d'ouvrages et d'installations de chantier sont communs à l'ensemble du Grand Paris Express, les impacts de base sont les mêmes.

Le contexte de chaque implantation est le facteur de spécificité à l'échelle globale.

Les mesures prises en compte sont donc les mêmes pour l'essentiel, quelques mesures spécifiques étant prises pour les situations particulières. Par exemple, l'impact du projet sur la Marne et la Seine est faible sauf ponctuellement : la gare de Pont-de-Sèvres est particulière car située dans le quai de la Seine et nécessite des dispositions particulières. De même, quelques installations de type quai fluvial seront mises en œuvre au bord de la Seine pour l'évacuation des déblais. Ces installations nécessitent des dispositions particulières.

5.2 Relief et topographie

5.2.1 Impacts et mesures en phase chantier ; gestion des déblais excavés

5.2.1.1 Impacts directs

Etude des pentes

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

- Entre les gare de Sevran-Livry et de Clichy-Montfermeil ;
- Entre les gares de Clichy-Montfermeil et de Chelles.

Pour gravir le dénivelé de la colline de Noisy-Champs, une pente exceptionnel de 4,93% sur environ 730m est nécessaire.

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

Réciproquement, la pente du terrain naturel n'est impactée que localement et faiblement, en dehors de la gestion des déblais (voir ci-dessous).

L'impact est le plus important pour les bases chantiers situées dans les zones en forte pente citées ci-dessus. La création de la base chantier peut nécessiter un terrassement local destiné à aplanir le terrain pour que la base chantier soit fonctionnelle. L'ampleur de cet impact est directement liés à l'organisation de la base chantier, inconnue à ce jour.

Il reste cependant confiné à l'emprise de la base chantier, donc est négligeable à l'échelle du projet.

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

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

Il n'y a pas de section en aérien prévue pour ce linéaire. Pour les émergences, la taille de l'émergence est un critère d'analyse : une gare occupe une surface au sol de plusieurs milliers de mètres-carrés alors qu'un puits ne nécessite que quelques centaines de mètres-carrés.

Globalement, l'impact direct du chantier sur la topographie est faible car l'essentiel de l'infrastructure est en souterrain et sera construite au tunnelier.

L'impact direct pourra cependant être plus significatif localement en phase chantier : suivant les méthodes constructives retenues, certaines nécessitent l'évacuation de volume de déblais importants pour construire l'infrastructure et la remise en place par-dessus les ouvrages construits. La technique constructive principalement concernée est la tranchée couverte pour la construction des gares et puits de ventilation.

Pour le tunnel, les terres extraites par le tunnelier seront vraisemblablement temporairement stockées sur les bases chantiers des puits d'attaque de tunnelier, au nombre de 5 sur la Ligne.

Il y aura donc un volume de terres, qui peut être significatif, à stocker durant les travaux. Ce stockage est susceptible d'engendrer des modifications très locales 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.

5.2.1.2 Impacts indirects

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

L'impact indirect du chantier est fort. En effet, la construction de l'infrastructure et de tous les ouvrages annexes conduit à produire près de 3,5 millions de m^3 de déblais pour le projet.

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, donc aura une incidence sur la topographie des zones concernées.

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

Ces impacts ne sont pas quantifiables à l'heure actuelle. Les lieux de stockage définitif des déblais ne sont pas connus mais sont principalement localisés au sein de la Grande Couronne Parisienne.

5.2.1.3 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

Adaptation du profil en long pour réduire la profondeur de l'ouvrage

Les études préliminaires en cours tendent à rapprocher le profil en long du tunnel du niveau du terrain naturel. Ainsi, les ouvrages émergents (gares, puits de ventilation) seront moins profonds, leur réalisation en tranchée couverte générant ainsi moins de volume de déblais.

La limitation de la profondeur de l'infrastructure évite la gestion de volumes de déblais supplémentaires à stocker, et ainsi une perception modifiée des reliefs où ces déblais seront stockés. Des impacts cumulés sont également évités de ce fait.

Mesures de réduction

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'Evacuation des Déblais (SDED) annexé à la présente étude d'impact.

5.2.1.4 Effets résiduels

Les mesures proposées ci-dessus ne permettent pas de réduire à zéro les effets observables liés au stockage des terres excavées.

5.2.1.5 Mesures de compensation aux effets résiduels

En raison du caractère temporaire de l'impact, il est difficile de compenser visuellement ce dernier.

Un aménagement qualitatif des bases chantiers et des aires de stockage peut éventuellement réduire la perception visuelle liée des stocks.

5.2.1.6 Mesures de suivi dans le temps

La principale mesure de suivi correspondra 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, Schéma d'Elimination à l'échelle du projet).

5.2.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

5.2.2.1 Impacts

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

5.2.2.2 Mesures d'accompagnement

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

5.2.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

5.2.3.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Tableau 5.2-1 : Coûts des mesures – Phase chantier

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

5.2.3.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Aucune mesure n'est prévue en phase exploitation.

5.2.4 Impacts cumulés

5.2.4.1 Impacts cumulés en phase chantier

La gestion des déblais du projet s'inscrit dans le flux général des déblais de chantier à l'échelle de la région Ile-de-France. : elle vient en plus de l'existant auquel elle se cumule.

Le volume prévu pour le projet correspond à une part significative des déblais produits en une année au niveau de la Région, de 15 à 20% selon les références retenues (PREDEC, projet 2013 en cours d'approbation).

Les impacts cumulés sont forts sur la capacité des installations spécialisées à accueillir ces déblais : la réalisation du projet engendre la nécessité d'augmenter la capacité d'accueil des installations spécialisées et concurrence, pour certaines destinations, les déblais du flux régulier.

5.2.4.2 Impacts cumulés en phase exploitation

Aucun impact cumulé recensé.

5.2.5 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

Tableau 5.2-2 : Synthèse des impacts du projet sur l'environnement concernant le relief et la topographie

Dénomination de l'impact	Eléments du projet	Secteur(s) impactés	Impacts possibles	Niveau d'impact	Mesures	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
Chantier : Variation du relief engendrée par le stockage de déblais sur les bases chantiers	Bases chantiers des ouvrages superficiels du réseau	Bases chantiers des ouvrages superficiels du réseau (puits d'attaque tunnelier, gares, puits de ventilation)	Modifications temporaires de relief dont l'ampleur dépend de la zone de stockage des terres excavées en attente de transport hors site	Faible : Bases chantiers des puits d'attaque de tunneliers Négligeable: Autres bases chantiers	E : Adaptation du profil en long pour réduire la profondeur de l'ouvrage R : Organisation de la gestion des déblais	Non significatifs	
Chantier : Variation du relief engendrée par le stockage de déblais hors bases chantier	Aucun	Indirectement, il s'agit des zones de stockage permanent choisis pour le stockage des déblais	Le comblement des cavités (carrières) ou le stockage des déblais en buttes modifient significativement la topographie des zones concernées.	Impact indirect fort : 3,5 millions de m^3	E - Adaptation du profil en long pour réduire la profondeur de l'ouvrage R : Organisation de la gestion des déblais	Significatifs	Via le SDED et le PREDEC Non quantifiables

5.2.6 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement à l'échelle du Grand Paris Express

Les considérations évoquées ci-dessus sont valables à l'échelle du Grand Paris Express.

Seules les sections envisagées en aérien donnent lieu à des considérations différentes : la sortie de terre en début de section et l'entrée sous terre en fin de section, donnent lieu à des modifications locales de topographie.

5.3 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.

5.3.1 Impacts et mesures en phase chantier

5.3.1.1 Impacts

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

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

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

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

5.3.1.2 Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'accompagnement n'est nécessaire.

5.3.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

5.3.2.1 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, sont susceptibles de modifier localement la circulation des vents sur une hauteur dépendant de celle de l'émergence.

L'impact est localisé autour de l'émergence et dépend de la configuration du bâti autour de l'émergence :

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

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

5.3.2.2 Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'accompagnement n'est nécessaire.

5.3.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

Aucune mesure n'est nécessaire. Aucun coût associé n'est engendré.

5.3.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

Les parties prévues en aérien (émergences des gares et des ouvrages annexes) sont susceptibles de modifier localement la **direction des vents** et la **vitesse des vents**.

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

5.4 Pédologie

5.4.1 Impacts et mesures en phase chantier

5.4.1.1 Impacts

Destruction des sols en place

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.

La réalisation du projet engendre la destruction des sols en place aux endroits où le projet interfère avec la surface. Il n'y a pas d'alternative : c'est du tout ou rien.

Un sol reconstitué n'a pas les mêmes caractéristiques qu'un sol en place depuis longtemps.

Compte tenu de la nature souterraine du projet et du contexte pédologique, les impacts sont faibles.

Seules les constructions émergentes peuvent générer un impact :

- une gare occupe une surface au sol de plusieurs milliers de mètres-carrés,
- un puits ne nécessite que quelques centaines de mètres-carrés.

Les zones impactées correspondent aux secteurs :

- Entre les deux gares de Sevran et de Clichy-Montfermeil, des sols argileux / Limoneux ou sableux où on peut trouver des cultures céréalières (unités pédologiques 82, 83 et 94) ; En ce sens, un impact est également identifié sur le milieu agricole.

  Ouvrage impactant : Gare de Clichy-Montfermeil ainsi que les deux puits de ventilation au nord de celle-ci.

- De la gare de Chelles, des sols limono-argileux/ limono-sableux ou argileux, où des cultures de céréales, zones forestière ou des prairies sont observables (unités pédologiques 101 et 94) ;

- De l'arrière gare de Noisy-Champs, des sols limono-argileux/ limono-sableux ou argileux (unité pédologique 15) ;

Cependant, le projet n'a qu'une faible influence sur les sols : l'essentiel de la zone concernée est déjà urbanisée la proportion des sols naturels vis-à-vis des sols artificiels restant faible et ainsi réduisant grandement l'enjeu pédologique sur la zone.

L'impact est caractérisé comme négligeable.

5.4.1.2 Mesures d'accompagnement

Aucune mesure d'accompagnement n'est nécessaire.

5.4.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

5.4.2.1 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.

5.4.2.2 Mesures d'accompagnement

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

5.4.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

5.4.3.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Aucune mesure n'est nécessaire. Aucun coût associé n'est à prévoir.

5.4.3.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Aucune mesure n'est nécessaire. Aucun coût associé n'est à prévoir.

5.4.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

L'impact sur le contexte pédologique de la mise en œuvre du projet est négligeable sur le territoire étudié, en raison principalement des faibles enjeux soulevés dans de la réalisation du rapport 1/3.

L'impact est nul en phase d'exploitation.

Aucune mesure n'est nécessaire.

5.5 Synthèse à l'échelle du Grand Paris Express

ELEMENTS A L'ECHELLE DU GRAND PARIS EXPRESS

Eaux superficielles

Les mesures adoptées pour réduire les nuisances sont les mêmes à l'échelle globale et sont adaptées aux méthodes constructives spécifiques des gares des différents tronçons ainsi qu'à la proximité éventuelle de cours d'eau ou de captages d'Alimentation en Eau Potable.

Eau potable

Les dispositions indiquées pour l'eau superficielle et l'eau souterraine permettent de limiter les effets négatifs quantitatifs et qualitatifs de la phase chantier sur la production d'eau potable.

Ces dispositions et études sont également nécessaires au volet réglementaire (Code de l'Environnement et Code de la Santé Publique) relatif à l'eau potable.

Inondations

A partir du moment où l'infrastructure, donc le chantier, présente des éléments superficiels situés dans un périmètre reconnu comme inondable**, la réglementation doit être appliquée.**

Elle repose sur trois principes :

- Le maintien des champs d'expansion de la crue : le volume accessible à la crue initialement doit être préservé, y compris en phase chantier ;
- La protection des éléments sensibles à l'eau par mise hors d'eau ;
- La préservation des axes d'écoulement de la crue.

Les études nécessaires doivent prendre en compte le projet par rapport aux caractéristiques locales de l'inondation de manière à pouvoir réaliser les études réglementaires Loi sur l'eau et conformité au PPRI.

6 Milieu Naturel et Paysager - Analyse des impacts et des mesures d’accompagnement

6.1 Faune-Flore-Milieux Naturels

6.1.1 Impacts et mesures en phase chantier

6.1.1.1 Impacts

L'analyse des effets du projet en phase travaux s'articulera dans un premier temps par une présentation sommaire des impacts sur les milieux naturels puis par une analyse plus détaillée au niveau des milieux naturels compris et localisés à proximité de l'emprise du chantier.

a) Généralités sur les impacts potentiels sur le milieu naturel en phase chantier

Tableau 6.1-1 : Impacts potentiels du projet en phase travaux

Impacts possibles	***Détails***	***Milieux/Espèces concernés***	***Type***	***Durée***
Impacts avant le démarrage de la phase travaux				
Dégradation des habitats naturels et/ou d'habitats d'espèces	Pour le passage en souterrain, la réalisation de sondages géotechniques préalables sera nécessaire. Ces sondages permettront d'avoir une meilleure connaissance de la nature du sol. Impact impossible à quantifier à ce stade du projet.	Habitats naturels patrimoniaux, Flore patrimoniale	Direct	Temporaire
Destruction des habitats et habitats d'espèces (Fouilles archéologiques)	Des enjeux liés à l'archéologie peuvent être identifiés. Des fouilles archéologiques peuvent alors être entreprises, qui peuvent avoir un impact négatif sur les milieux naturels.	Habitats naturels patrimoniaux, Flore patrimoniale, Tous les habitats d'espèces, en particulier animales dont les oiseaux en nidification, les amphibiens, les reptiles, les invertébrés	Direct	Permanent
Impacts d'emprise de l'aménagement				
Destruction d'habitats naturels	Il s'agit de la destruction des habitats naturels sur l'emprise du projet (gares, ouvrages annexes, zone de déblai temporaire et/ou permanent…).	Habitats naturels patrimoniaux	Direct	Permanent
Destruction d'individus	Il s'agit de la destruction d'espèces animales ou végétales peu mobiles présentes sur l'emprise du projet.	Espèces végétales ou animales patrimoniales, en particulier les oiseaux au nid, chauves-souris en gîte, les amphibiens, les reptiles, les invertébrés, mammifères fouisseurs	Direct	Permanent
Destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales	Il s'agit de destruction ou dégradation d'habitats naturels qui constituent tout ou une partie de la niche écologique d'espèces animales : zone de présence habituelle, de chasse, de reproduction, d'alimentation, de repos, d'hivernage, corridors biologiques…	Tous les habitats d'espèces, en particulier les habitats aquatiques des amphibiens et des insectes, les arbres creux, les terriers et cavités servant de refuges	Direct	Permanent
Enclavement de territoire	Le passage d'une infrastructure linéaire peut amener une fragmentation des habitats d'espèces et donc un isolement des populations, interdire les échanges génétiques et perturber la dynamique des populations.	Toutes les espèces de faune	Direct	Permanent
Coupure d'axes de déplacement	Il s'agit de la rupture de continuités écologiques, de corridors biologiques, de couloirs de déplacements, etc.	Toutes les espèces	Direct	Permanent
Impacts en phase travaux				
Dégradation des habitats et des habitats d'espèces	Il s'agit des dégradations par piétinement, eutrophisation, destruction de la végétation, etc. sur la bande de travaux ou au niveau de l'emprise nécessaire pour le stockage des matériaux ou l'acheminement des engins… De grandes quantités de déblais seront à gérer, le projet étant en totalité en souterrain.	Habitats naturels, toutes espèces de faune et de flore	Direct	Permanent ou temporaire
Dérangement de la faune	Il s'agit d'un dérangement sur certaines espèces sensibles engendré par le bruit, les vibrations et les mouvements d'engins et de personnes par l'activité d'extraction et le transport des matériaux.	Echec de reproduction des oiseaux, dérangement nocturne des chauves-souris en période d'estivage…	Direct	Temporaire

Impacts possibles	***Détails***	***Milieux/Espèces concernés***	***Type***	***Durée***
Fragmentation de l'habitat de reproduction	Il s'agit d'une fragmentation temporaire d'un habitat favorable à la reproduction d'une espèce durant la période de travaux comme par exemple une prairie coupée en deux.	Amphibiens, insectes et mammifères d'intérêt patrimonial	Direct	Temporaire
Coupure des axes de déplacement	Il s'agit d'une coupure temporaire d'un corridor ou axe de déplacement.	Grande faune, petits mammifères, amphibiens, oiseaux, chauve-souris principalement.	Indirect	Temporaire
Pollutions diverses des habitats et des habitats d'espèces	Il s'agit d'un risque de pollutions par des produits toxiques, des hydrocarbures ou des matières en suspension dans les eaux de ruissellement ou les cours d'eau, de l'accumulation de poussières sur les habitats naturels et les habitats d'espèces.	Habitats naturels, toutes espèces de faune et de flore, mais en particulier les habitats aquatiques et les espèces qui les fréquentent	Indirect	Permanent ou temporaire
Diffusion / introduction d'espèces végétales invasives	La mise à nu du sol peut favoriser l'installation et le développement de plantes invasives diverses, souvent très concurrentielles sur les sols perturbés.	Habitats naturels, Habitats d'espèces animales	Indirect	Permanent
Modification des conditions hydrologiques de surface ou souterraines	Il s'agit du risque d'assèchement d'une zone humide, lors du creusement du tunnel dans une couche géologique gorgée d'eau et nécessitant un pompage. Il s'agit aussi du risque de modification des conditions édaphiques et hydrologiques par compactage des horizons du sol.	Faune et flore liées aux milieux humides (Amphibiens, insectes, oiseaux notamment), milieux humides	Indirect	Temporaire ou permanente

b) Analyse détaillée vis-à-vis des milieux naturels

Pour rappel, les enjeux écologiques identifiés au niveau de l'emprise du projet ou à proximité sont concentrés au niveau des secteurs suivants :

- Les parcs Georges Valbon et du Sausset (entités du site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ») présentent des enjeux forts d'un point de vue avifaunistique, entomologique, floristique et batrachologique ;

- le canal de l'Ourcq, le long duquel une espèce végétale patrimoniale très rare (le Laiteron des marais) a été recensée, présente également un intérêt en matière de continuité écologique ;

- le Parc de la Poudrerie et la forêt de Bondy (entités du site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ») constituent des zones d'intérêt pour l'avifaune ;

- le Montguichet (côte de Beauzet) : les enjeux de ce site sont localisés hors fuseau. Les secteurs de friche au niveau présente des enjeux écologiques modérés ;

- la ZSC « Bois de Vaires » (site Natura 2000) abrite une mégaphorbiaie d'intérêt européen et un réseau de mares pour les amphibiens ;

- la Marne à Chelles comprend des zones humides d'intérêt où faune et flore spécifiques y prennent place ;

- La Traversée du canal de l'Ourcq : enjeu fort pour la flore (une espèce très rare, le Laiteron des Marais),

- Les mares de la Butte verte : ce secteur est localisé à proximité de la future gare de Noisy-Champs, commune aux Lignes 15 Sud et 16. Les enjeux en lien avec cette zone ont été traitées dans l'étude d'impact de la Ligne 15 Sud et ne seront pas développés ici. Il convient de se référer à ce document pour plus de précision.

c) Effets d'emprise

La totalité du projet étant prévu en souterrain, l'effet d'emprise de l'infrastructure se limitera :

Aux gares : elles sont en totalité prévues dans un contexte urbain, sur des milieux présentant des enjeux écologiques faibles. Les implantations qui semblent présenter le plus d'enjeux sont (Gare de Noisy-Champs non incluse) :

- la gare de Sevran Livry, qui prend place au nord du canal de l'Ourcq : l'habitat du Laiteron des marais a été observé à proximité et les zones de berges comportent un enjeu faible pour les poissons en termes de frayères. Ces secteurs sont hors de l'emprise de la gare et de son emprise travaux ;

- la gare du Blanc-Mesnil, localisée au sein du Parc Jean Duclos : moins de 2 ha seront impactés en phase chantier. Les enjeux écologiques sont faibles au sein de ce parc urbain mais cet aménagement aura un impact sur des espèces de faune ordinaire ;

- la gare d'Aulnay, implantée au sein du terre-plein central de la RN2 : l'emprise chantier sera assez importante pour accueillir le puits tunnelier et les travaux de la gare, pour une emprise permanente qui dépendra du projet urbain. Les milieux impactés présentent des enjeux écologiques faibles (végétation rase, arbres ornementaux…) ;

Aux ouvrages annexes : plusieurs secteurs comportent des enjeux marqués le long du tracé :

La Forêt de Bondy : l'ouvrage annexe le plus proche est à environ 450 m de la lisière de la forêt, au sein d'un quartier d'habitation ;

Montguichet : un ouvrage est prévu sur un secteur enfriché. L'emprise permanente est de l'ordre de quelques centaines de mètres carré, pour une emprise chantier réduite à moins de 0,5 ha ;

Le canal de Chelles : un ouvrage est envisagée à proximité immédiate du canal, dans un secteur pavillonnaire. L'emprise permanente sera de quelques centaines de mètres carrés et l'emprise chantier nécessaires à sa construction de moins de 0,5 ha. Ce secteur est localisé en zone humide potentielle, selon la couche d'alerte de la DRIEE ;

Aux zones de dépôts, temporaires et/ou permanentes, des déblais : compte tenu des volumes extraits, les surfaces accueillant seront potentiellement conséquentes. A l'heure actuelle, une réflexion d'ensemble est menée à l'échelle du projet du Grand Paris Express et l'impact sur les milieux naturels ne peut, à ce stade, être quantifié.

d) Modification des conditions hydrologiques de surface ou souterraines

Les zones humides en interaction avec le projet sont :

- Les plans d'eau du Parc Valbon : le projet interfère en amont du parc avec la nappe de l'Eocène supérieur, qui alimente en partie les plans d'eau du parc, au niveau de la gare du Bourget RER B et de son arrière-gare, réalisées en tranchée couverte ;

- Le marais et l'Etang de Savigny du Parc du Sausset : ces plans d'eau peu profonds sont extrêmement sensibles au rabattement de nappe. Cependant, la distance par rapport au projet et l'utilisation de parois moulées permettent que les travaux de construction des ouvrages annexes à proximité n'aient pas d'incidence sur les niveaux d'eau de ce site ;

- Parc de la Haute Ile, bordé par la Marne, le canal de Chelles, présente des plans d'eau au cœur du parc : compte tenu de la distance et de l'utilisation de paroi moulée, les incidences sur les niveaux d'eau sont négligeables ;

- Les plans d'eau de la Forêt de la Poudrerie : ils ne sont pas alimentés directement par les eaux souterraines. L'eau provient essentiellement des eaux pluviales. Les travaux de construction de la gare de Sevran-Livry à proximité n'auront donc pas d'impact sur les niveaux d'eau de ce parc ;

- Les plans d'eau de la Forêt de Bondy : leur alimentation en eau provient essentiellement des eaux pluviales, dont une grande partie est collectée par le réseau présent dans la zone urbanisée du plateau des communes de Clichy-sous-Bois et Montfermeil. La phase chantier n'a pas d'incidence sur le réseau hydrique de la Forêt de Bondy ;

- Les zones humides du Bois de Vaires (ZSC) : compte tenu de la distance (4 km) et de l'utilisation de paroi moulée lors de la construction de la gare de Chelles, ces travaux n'auront pas d'effets sur le niveau d'eau de ce site.

Pour une analyse détaillée, il convient de se reporter à la partie hydrogéologie du chapitre 4 relatif au sous-sol et à l'évaluation des incidences au titre de Natura 2000 sur la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » et sur la ZSC « Bois de Vaires ».

A noter que le secteur de la gare de Noisy-Champs a fait l'objet d'une analyse dans l'étude d'impact de la Ligne 15 Sud et qu'il convient de se référer à ce document pour plus de précisions.

Tableau 6.1-2 : Synthèse des impacts possibles du projet et évaluation du niveau d'impact en phase travaux

Thématique	*Eléments du projet*	*Impacts possibles*	*Détails*	*Milieux / Espèces concernés*	*Surface concernée*[5]
Avant le démarrage de la phase travaux					
Etude techniques complémentaires	Tracé en souterrain pour la totalité du tronçon nécessitant des sondages géotechniques et potentiellement des fouilles archéologiques	Destruction des habitats et habitats d'espèces (Fouilles archéologiques) Dégradation des habitats et des habitats d'espèces	Suivant les enjeux identifiés, des fouilles archéologiques pourront être nécessaires. Ces fouilles peuvent être plus ou moins étendues. Des sondages sont indispensables à la mise en œuvre des travaux. Ils permettent notamment de vérifier la nature du sol. Les sondages et fouilles incluent à la fois la zone étudiée relativement localisée et les pistes d'accès.	Habitats naturels, Flore patrimoniale, Habitats d'espèces animales	Non disponible à ce stade de l'étude Impact fonction de la localisation des fouilles/sondages, les enjeux étant localisés sur ce tronçon
Impacts d'emprise de l'aménagement					
Infrastructure	Gares au nombre de 9 (la gare de Noisy-Champs a été traitée dans l'étude d'impact de la Ligne 15 Sud)	Destruction d'habitats naturels Destruction d'habitats d'espèces animales Destruction d'individus (faune et flore) Destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales Enclavement de territoire Coupure d'axes de déplacement	Il s'agit de l'effet d'emprise lié à l'implantation de l'infrastructure. Pour le projet, le réseau de voies étant localisé en souterrain, cet effet est limité aux emprises des ouvrages annexes et des gares.	Au niveau de la gare de Sevran-Livry, la station de Laiteron des marais et les berges du Canal de l'Ourcq sont évitées. Les gares d'Aulnay et du Blanc-Mesnil sont prévus au sein de parcs urbains ou d'espaces fortement artificialisés (terre-plein RN2). Les autres gares sont prévues dans des secteurs urbanisés : habitats urbains accueillant une faune anthropophile.	Emprise en surface dépendant du projet urbain, qui n'est pas sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris Boîte gare localisée la plupart du temps en contexte urbain ou péri-urbain
	Ouvrages annexes : puits aération, accès secours : 30 puits prévus (quelques centaines de mètre carré en moyenne par ouvrage annexe)	Destruction d'habitats naturels Destruction d'habitats d'espèces animales Destruction d'individus (faune et flore) Destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales Enclavement de territoire Coupure d'axes de déplacement	Il s'agit de l'effet d'emprise lié à l'implantation de l'infrastructure. Pour le projet, le réseau de voies étant localisé en souterrain, cet effet est limité aux emprises des ouvrages annexes et des gares.	Chauves-souris en chasse en lisière de forêt (Pipistrelle commune)	Un ouvrage annexe prévu à environ 450 m de la lisière de la forêt de Bondy, dans un tissu pavillonnaire. Pas d'interaction avec l'habitat de chasse de chauves-souris
				Cortège d'oiseaux communs des boisements, Hérisson	Puits prévu au niveau du Montguichet, dans un secteur de friche (emprise permanente de l'ordre de quelques centaines de mètres carré, emprise chantier inférieure à 0,5 ha)
				Secteur localisé en zone humide potentielle, selon la couche d'alerte de la DRIEE. Compte tenu du contexte, faible probabilité de présence effective de zone humide.	Canal de Chelles : 1 puits localisé à proximité immédiate du canal. L'emprise permanente représente quelques centaines de mètres carrés et l'emprise chantier moins de 0.5 ha
				Contexte urbain	Les autres ouvrages sont implantés en milieu urbain ou dans des espaces anthropisés.
Impacts en phase travaux					
Modalités de construction des gares	Tranchée couverte pour la réalisation des gares et des ouvrages annexes	Dérangement de la faune Fragmentation de l'habitat de reproduction Pollutions diverses des habitats et des habitats d'espèces **Modification des conditions hydrologiques de surface ou souterraines** Diffusion / favorisation	La tranchée couverte est une technique employée pour construire un ouvrage souterrain. Elle consiste à creuser des tranchées délimitant le volume de l'ouvrage souterrain, à couler des parois en béton (soutènement) et à ôter les masses de terre afin de réaliser l'ouvrage. Une fois réalisé, l'ouvrage est ensuite recouvert. Cette technique peut nécessiter des rabattements de nappe potentiellement importants compte-tenu de la durée du chantier et de la profondeur de certaines	Sont concernés par des impacts directs (emprise travaux) ou indirects : • Les plans d'eau du Parc Georges Valbon et la faune et la flore inféodés à ces milieux dont les roselières, le Blongios nain, le Butor étoilé ou encore le crapaud calamite ; • Les zones humides à proximité de la gare de	Au vu des milieux humides dans et à proximité du fuseau d'étude, les impacts potentiels sur les milieux naturels en lien avec cette techniques se concentrent au niveau de deux gares : Chelles : sa proximité avec des milieux humides augmentent les risques d'incidences potentielles. Le Bourget RER : l'emprise de la gare et de l'arrière gare, réalisée en tranchée couverte,

[5] *Evaluation basée sur les données fournies en juillet 2013.*

Thématique	*Eléments du projet*	*Impacts possibles*	*Détails*	*Milieux / Espèces concernés*	*Surface concernée*[5]
		d'espèces végétales invasives Coupure des axes de déplacement	gares. Elle nécessite une emprise chantier en surface, dont la surface dépend de la complexité de la gare (gare terminus, présence d'une arrière-gare...). L'utilisation de mesures de type paroi moulée a été systématisée pour la réalisation des différentes gares, afin de limiter les effets de ces rabattements de nappe.	Chelles : Ce secteur est couvert intégralement par l'enveloppe d'alerte de la DRIEE indiquant que la présence de zone humide était fortement probable.	nécessite un rabattement de la nappe. Cette gare est située dans un secteur sensible vis-à-vis de l'alimentation en eau des plans d'eau du Parc Georges Valbon et le risque de modification des conditions hydrologiques de surface est réel.
Modalités de construction du tunnel	Puits d'accès du tunnelier : 4 puits d'attaque : 1 confondu avec l'emprise chantier de la gare d'Aulnay, 1 à Champs sur Marne au niveau de l'arrière gare de Noisy-Champs, 1 à Aubervilliers à proximité du Canal Saint-Denis et 1 à Saint-Denis au niveau du stade Nelson Mandela ; 5 puits de sortie : 1 au niveau de l'emprise chantier de la gare de Clichy-Montfermeil, 1 au niveau de l'emprise chantier de la gare du Bourget RER, 1 à Saint Ouen, 1 au niveau de l'arrière gare de la station Mairie de Saint-Ouen, 1 au niveau de l'ouvrage d'entonnement au Bourget RER pour le bitube de la Ligne 17	Dégradation des habitats et des habitats d'espèces Destruction des habitats et habitats d'espèces **Modification des conditions hydrologiques de surface ou souterraines**	Le tunnelier est la machine permettant de percer des tunnels. Il nécessite la mise en place de zone de travaux dédiées, qui ont été pour la plupart mutualisées avec les emprises chantier de gare.	Contexte urbain, espèces communes et ubiquistes	Aulnay : dans l'emprise chantier de la gare d'Aulnay Clichy-Montfermeil : confondu avec la gare Champs-sur-Marne : dans le secteur de tranchée couverte de la gare de Noisy-Champs Saint-Denis : à proximité du canal Saint-Denis
	Tunnelier : concerne la totalité du tunnel	Dégradation des habitats et des habitats d'espèces Pollutions diverses des habitats et des habitats d'espèces	Le risque principal lié à l'emploi de cette technique est le risque de pollution.	Habitats aquatiques et les espèces qui les fréquentent	Environ 30 km de tunnel pour le projet, dont 6,7 km de tronçon commun avec la Ligne 17 Impact pouvant être réduit si des mesures classiques sont prises
	Zone de dépôt temporaire et/ou définitive	Dégradation des habitats et des habitats d'espèces Destruction des habitats et habitats d'espèces **Modification des conditions hydrologiques de surface ou souterraines**	Le Schéma directeur d'évacuation des déblais définit les engagements de la Société du Grand Paris pour la conduite opérationnelle des chantiers.	Pas de localisation des zones de dépôt à ce stade	Surface non évaluées à ce stade du projet Impact non évaluable à ce stade du projet
Organisation du chantier	Aires de vie du chantier, Pistes d'accès	Dégradation des habitats et des habitats d'espèces Destruction des habitats et habitats d'espèces	Les entreprises de BTP sont tenues de mettre à disposition des salariés une base vie de composition et de qualité conformes à la réglementation. Quantitativement, celle-ci doit notamment comprendre : -des réfectoires : 1.25m²/personne, -des vestiaires : 1.25m²/personne, -des sanitaires, -des bureaux en nombre suffisant, - Etc… Compte tenu de l'ampleur du chantier, des bases de vie potentiellement importantes seront à prévoir.	Intégré dans les emprises chantier fournies par le maître d'ouvrage	Impact par emprise intégré dans les emprises chantier de la construction des boites gares en tranchée couverte et des ouvrages annexes

e) Impacts cumulés sur le milieux naturels

La question du phasage des travaux envisagés pour le projet de métro du Grand Paris est primordiale pour l'analyse des impacts cumulés.

Ce calendrier sera à mettre en perspective avec les travaux pour d'autres gros projets prévus à ce stade.

A l'heure actuelle, plusieurs points de vigilance ont été identifiés :

- La période des travaux de construction des gares de Chelles (Ligne 16) et Neuilly-Les Fauvettes de la Ligne 11 : l'incidence sur le réseau hydrique de la ZSC « Bois de Vaires » est considérée comme non significatif grâce notamment à la mise de place de paroi moulée. La construction de la gare de Neuilly-Les Fauvettes en concomitance avec la gare de Chelles n'a pas été intégrée à l'analyse, les caractéristiques de cette gare et de son mode de réalisation n'étant pas connues. Cependant, en prenant l'hypothèse qu'elle sera réalisée en tranchée couverte, des incidences cumulées sont potentielles mais n'ont pas fait l'objet d'une quantification précise à ce stade ;

- La période de réalisation du SMR /SMI Gonesse, en partie enterrée, de la gare de la Courneuve « Six Routes », du Bourget RER et du Bourget Aéroport ;

- La période de réalisation de la Tangentielle Légère Nord (TLN), projet traversant le parc Georges Valbon, et de la gare du Bourget RER : au moment de rédaction de l'étude, le projet de TLN prévoit le déplacement d'un collecteur au droit du Parc Georges Valbon ayant potentiellement une incidence sur le niveau d'eau du Vallon écologique du Parc Georges Valbon. La construction de la gare du Bourget RER présente également une incidence potentielle sur le niveau d'eau de ces mêmes plans d'eau. Le phasage de ces projets est donc primordial.

A noter que les résultats de modélisation effectués sur le Parc de la Haute Ile dans le cadre de l'évaluation des incidences au titre de Natura 2000 (ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »), indique une incidence potentiellement forte des travaux de construction en tranchée couverte de la gare de Neuilly-Les Fauvettes de la Ligne 11, ligne sous maîtrise d'ouvrage du STIF.

La création d'une gare de correspondance importante peut entraîner une augmentation de la fréquentation des milieux naturels à proximité immédiate des gares. La question pourra se poser pour plusieurs espaces naturels, comme la Forêt de Bondy, en raison du projet de tramway à proximité.

6.1.1.2 Mesures d'évitement

a) MS01 : Adaptation du projet aux enjeux écologiques

Les mesures d'évitement ont été proposées au Maître d'Ouvrage dès l'impact pressenti. Ainsi, plusieurs secteurs ont pu faire l'objet d'adaptations dans la conception.

Tableau 6.1-3 : Adaptation du projet aux enjeux écologiques

Secteurs de projet	*Zone à enjeu*	*Conception initiale*	*Intégration des enjeux écologiques – conception actuelle*
Gare de Sevran-Livry	Canal de l'Ourcq	Construction en tranchée couverte de cette gare nécessitant, soit le détournement complet du canal, soit la coupure du canal par moitié	Canal de l'Ourcq évité. Pas d'impact sur les berges. Maintien de la végétation des bords du Canal de l'Ourcq
Variantes de projet ayant une incidence significative sur une ou plusieurs entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »	ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » et plus particulièrement : Parc Georges Valbon, Parc du Sausset Forêt de Bondy Parc de la Haute Ile	Variante en tranchée couverte au sein de la forêt de Bondy Variante passant au droit de l'Etang de Savigny	Abandon des variantes en tranchée couverte au sein de la forêt de Bondy Intégration systématique de la technique des parois moulées dans les méthodes constructives des tranchées couvertes Phasage du projet dans le temps à proximité du parc Georges Valbon Adoption de la variante la plus éloignée du Parc du Sausset
Gare de Chelles	ZSC « Bois de Vaires »	Creusement de la gare de Chelles en tranchée couverte, sans paroi moulée, sur une profondeur de 32 m	Construction de la boite de la gare de Chelles en paroi moulée Profondeur de la gare de 29 m.

➢ **<u>Proposition de mesures d'évitement</u>**

Le projet peut encore faire l'objet d'adaptations afin d'intégrer un certain nombre d'enjeux écologiques identifiés à ce stade.

Par exemple, lorsque le projet intersecte les canaux, les berges devront donc être évitées aussi souvent que possible.

A la traversée des milieux naturels ou semi-naturels, les emprises chantier devront être limitées au maximum, afin de limiter l'impact sur les habitats naturels et les habitats d'espèces. Cette mesure va de pair avec la mesure de réduction R01, qui vise à délimiter le chantier pour réduire l'impact du projet.

b) MS02 : Ne pas modifier l'alimentation en eau des secteurs à enjeux

➢ **Adapter les possibles rabattements de nappe aux zones à enjeux**

Cette mesure, définie sur des bases hydrogéologiques dans le chapitre 4, a des objectifs complémentaires au niveau de la faune et de la flore.

Au vu des enjeux écologiques, la maîtrise d'ouvrage a intégré lors de la conception du projet des mesures visant à limiter l'étendue géographique du rabattement de nappe. La zone de travail est rendue étanche au moyen de techniques du type parois moulées et le rabattement limité à la zone de travail. L'incidence piézométrique est fortement réduite, selon les conditions hydrogéologiques.

Les points de vigilance vis-à-vis des enjeux pour la faune et la flore sont :

- Le marais et l'Etang de Savigny du Parc du Sausset, site accueillant des oiseaux d'eau en reproduction ainsi que des espèces de flore protégée et qui est également une entité de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » ;

- Les plans d'eau du Parc Georges Valbon, site accueillant des oiseaux d'eau en reproduction, plusieurs espèces d'amphibiens ainsi que des espèces de flore protégée et qui est également une entité de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »

- Les mares et la zone humide de la ZSC « Bois de Vaires ».

Il convient de se référer aux parties « Evaluations des incidences au titre de Natura 2000 » du présent document.

6.1.1.3 Mesures de réduction

a) Mesure R01 : Limitation de l'emprise du chantier

➢ **Préconisations générales**

En cas de chantier à proximité de zones naturelles, et à plus forte raison à proximité de zones naturelles à enjeux, le chantier devra obligatoirement être délimité par du matériel de type rubalise ou cordage. Ceci permettra d'éviter l'expansion du chantier et le piétinement des zones connexes au chantier.

En cas de présence de zones naturelles dans la zone tampon de 500 mètres autour des futures gares, celles-ci devront être délimitées physiquement et identifiées en tant que telles.



Figure 6.1-1 : Exemples de balisage de zones à enjeux écologiques – © BIOTOPE

Les matériaux utilisés pour le balisage, notamment la rubalise, plus difficile à éliminer à la fin des chantiers, devront être biodégradables au maximum et faire l'objet d'un enlèvement spécifique. Ces balisages devront être effectués sous le contrôle d'un écologue.

Au sein des emprises balisées, seront interdits :

- la circulation et les manœuvres d'engins,

- le dépôt de matériel,

- le stockage, même temporaire, de matériaux,

- toute autre activité susceptible de dégrader le milieu.

➢ **Préconisations spécifiques à proximité des zones écologiques à enjeux**

Plusieurs secteurs devront faire l'objet d'un balisage spécifique.



Figure 6.1-2 : Exemples de clôtures pérennes – © BIOTOPE

Les entreprises travaillant à proximité des zones sensibles devront veiller à ne pas dégrader la clôture. L'état de la clôture sera vérifié lors des visites de chantier préconisées dans le suivi de chantier. En cas de dégradation, l'entreprise responsable assurera, le cas échéant, les réparations adéquates.

Plusieurs secteurs sont localisés à proximité de sites de reproduction d'amphibiens :

- Entre les gares de la Courneuve « Six Routes » et le Bourget RER, compte tenu de la proximité des zones de chantier avec des sites de reproduction avérée de Crapaud calamite. Cette espèce pionnière a des capacités de dispersion importante et colonise des flaques d'eau temporaires pour sa reproduction ;

- A proximité immédiate du Parc du Sausset.

Lors de la précision du projet, les secteurs d'implantation des différents ouvrages devront faire l'objet d'une expertise naturaliste spécifique, qui permettra de définir, en fonction des potentialités

des milieux et de leur distance par rapport aux lieux de reproduction d'amphibiens, leur secteur sur lesquels la mise en place de clôtures petite faune est nécessaire.



Figure 6.1-3 : Triton escaladant un grillage petites mailles, stoppé par le rabat (Source : setra, cete ouest, 2008)



Figure 6.1-4 : Exemple de dispositif anti-intrusion pour les amphibiens © Biotope

En fonction des enjeux des zones de travaux, des clôtures équipées d'un dispositif pour la petite faune (grillage soudé à petites mailles (treillis petite faune de maille 6,5 mm X 6,5 mm)) pourront également être nécessaires.

Coût :

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)

Clôtures standard grande faune : de 35 à 50 € le mètre linéaire,

Clôtures à mailles fines pour petite faune : 15 à 20 € par mètre linéaire.

b) Mesure R02 : Adapter le calendrier des travaux

- **Travaux de défrichement**

Afin d'éviter la destruction d'individus, au nid (oiseaux) ou en hibernation (chauves-souris notamment) et organismes saproxylophages, les déboisements devront être effectués entre mi-novembre et mi-février.

En cas de coupe d'arbres d'intérêt faunistique (arbres âgés ou présentant des cavités), plusieurs précautions seront appliquées afin de limiter la destruction d'individus des espèces protégées.

Une fois les autorisations données, sur la zone d'emprise, une inspection des arbres devra être réalisée de manière à rechercher toutes les cavités favorables aux chiroptères (prospection de la cavité avec un système de miroir éclairé par une lampe ou un endoscope, repérage du guano, odeur d'ammoniac…) et les loges des insectes saproxylophages. En cas de présence avérée de chiroptères, des mesures spécifiques d'abattage devront être prises afin d'éviter toute destruction d'individus.

Pour les arbres recouverts de lierre, il est recommandé d'enlever le lierre deux mois avant l'abattage de l'arbre. Pour un gîte où la présence de chauves-souris est affirmée, attendre l'envol complet des individus partant chasser. Une heure après, colmater l'entrée du gîte avec un matériau solide avant l'abattage.

Précautions avant l'abattage des arbres à cavité



Figure 6.1-5 : Chiroptérologue vérifiant une cavité © BIOTOPE

Dans le cadre de l'élaboration du DCE, les prescriptions environnementales devront préciser les modalités d'intervention en cas d'enjeu pour ces espèces. Un dernier contrôle le jour même de l'abattage doit être réalisé par un chiroptérologue, équipé de matériel pour intervenir en hauteur. Il permettra de confirmer la présence ou non de chiroptères. Dans le cas d'une présence avérée de chiroptères, des mesures adaptées d'abattage doivent être mises en place :

Abaisser la branche ou le tronc concerné à l'aide de cordes et le laisser au sol, l'entrée face au ciel, pendant 48 heures pour permettre aux chauves-souris de quitter le gîte.

Soulever toutes les écorces décollées avant d'abattre l'arbre si celui-ci ne présente pas d'autres cavités arboricoles.

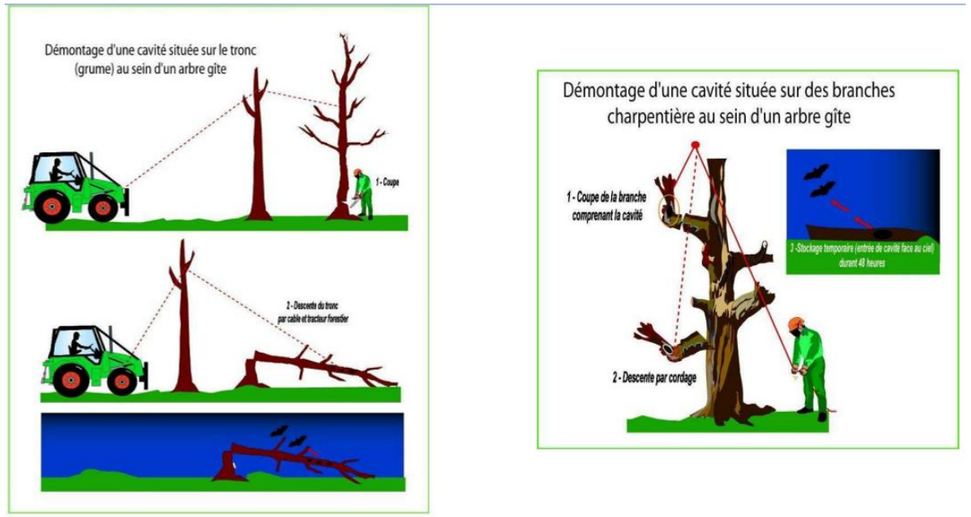


Figure 6.1-6 : Schéma présentant les précautions à prendre en cas d'abattage d'arbres à cavité Source : plaquette SFEPM

Le coût de cette mesure est difficilement calculable. Il convient de l'intégrer directement au programme de travaux et au cahier des charges des travaux.

- **<u>Adapter la période de travaux de construction de la gare et de l'arrière-gare du Bourget RER</u>**

Cette mesure est développée dans l'évaluation des incidences Natura 2000 du projet sur la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », à laquelle il convient de se référer pour plus de précisions.

Le calendrier préconisé pour la réalisation d'éventuels travaux de rabattements de nappe pour la construction de la gare et l'arrière gare du Bourget RER est rappelé ci-dessous.

- **<u>Précaution pour la déconstruction de bâti</u>**

Une fois les autorisations données, une inspection du bâti à déconstruire devra être réalisée de manière à rechercher des gîtes favorables aux chiroptères (prospection par détecteur, repérage du guano, odeur d'ammoniac…). En cas de présence avérée de chiroptères, des mesures spécifiques de déconstruction devront être prises afin d'éviter toute destruction d'individus.

Dans le cadre de l'élaboration du DCE, les prescriptions environnementales devront préciser les modalités d'intervention en cas d'enjeu pour ces espèces.

Pour un gîte où la présence de chauves-souris est affirmée, attendre l'envol complet des individus partant chasser. Une heure après, colmater l'entrée du gîte avec un matériau solide avant la déconstruction.

Un dernier contrôle le jour même de la déconstruction doit être réalisé par un chiroptérologue pour confirmer l'absence de chiroptères.

Les mois d'avril-mai et septembre-octobre sont ceux où les chauves-souris sont les plus mobiles. Ce sont les mois les plus favorables pour ce type d'intervention ; les mois d'octobre-début novembre (avant les premiers froids) étant les plus recommandés.

- **<u>Adapter le démarrage des travaux aux périodes</u>**

A proximité des zones à enjeux, la période de début de chantier sera adaptée aux périodes de reproduction des différentes espèces présentes, ce qui permettra de garantir une absence de dérangement.

Il n'y a pas de coût associé à cette mesure. 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.

Tableau 6.1-4 : Schéma de synthèse représentant les périodes de travaux optimale en fonction des interventions prévues

Calendrier civil	Janv	Fév	Mars	Av	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Travaux de déboisement (pas d'arbres à cavité)												
Abattage d'arbres à cavité (potentialités chauves-souris)												
Période de construction de la gare du Bourget RER												
Démarrage des travaux à proximité d'entité naturelle												

Légende :
période favorable à la réalisation des travaux
Période moyennement favorable à la réalisation des travaux
Période défavorable à la réalisation des travaux

c) Mesure R03 : Installer systématiquement des clôtures temporaires étanches à la traversée de milieux naturels et élaboration d'un plan de lutte contre les pollutions accidentelles

Afin d'éviter la propagation de substances polluantes, chaque traversée en surface de milieux naturels par le tracé devra être systématiquement accompagnée de clôtures étanches. Celles-ci permettront notamment d'éviter le lessivage des zones dénudées par les travaux et la pollution des eaux de surface par des matières en suspension.

En fonction des enjeux, les eaux pluviales devront être au minimum décantées avant de rejoindre le milieu naturel. Dans certains cas (eaux ruisselant sur les zones d'entretien des engins par exemple), les eaux devront subir un ou plusieurs traitements complémentaires (débourbeur-déshuileur, aération…), les fossés collecteurs devront alors être étanches.

Des kits anti-pollution devront également pouvoir être à disposition rapide de tout ouvrier de chantier. Cette mesure permettra également d'endiguer rapidement une pollution accidentelle et d'éviter ainsi la contamination des milieux connexes.

Cette mesure vise notamment à protéger les milieux aquatiques et les espèces les fréquentant, telles que les amphibiens et les oiseaux d'eau.

A la fin des travaux, les fossés et bassins temporaires devront être rebouchés, dans le strict respect de l'ensemble des mesures de réduction. La topographie initiale sera ainsi restaurée, ainsi que l'écoulement initial des eaux.

Coûts indicatifs :

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 du chapitre 5. Le coût et l'ampleur de cette mesure est à déterminer par l'étude hydrologique.

d) Mesure R04 : Management environnemental de la phase travaux

Par la mise en œuvre d'un système de management environnemental incluant un plan de respect de l'environnement (ou plan d'assurance environnement) et un schéma organisationnel pour chaque entreprise :

- Assurer la prise en considération, par les entreprises prestataires, des sensibilités environnementales.
- Encadrer la mise en œuvre de bonnes pratiques en phase chantier.

Considérant les enjeux environnementaux identifiés, le maître d'ouvrage a décidé de mettre en place une démarche de management environnemental de la phase travaux.

- **Clauses environnementales des Documents de consultation des entreprises (DCE)**

Les clauses environnementales des Documents de consultation des entreprises (DCE) intègreront en amont les problématiques liées à la faune et à la flore. Il s'agira en particulier de préciser l'emplacement des zones sensibles, notamment celles à baliser avant le démarrage des travaux (voir mesure R02) et les interdictions liées à la préservation de ces zones : interdiction d'y manœuvrer, d'y déposer des matériaux, même de façon temporaire.

Une attention particulière sera portée aux espèces à caractère envahissant.

Le cahier des charges environnement devra être intégré au cahier des charges techniques de chaque entreprise prestataire.

Le choix des prestataires retenus intégrera une forte composante environnementale, dont une sensibilité faune-flore particulièrement attendue, sur la base du cahier des charges environnement et de la capacité des entreprises à satisfaire aux exigences du maître d'œuvre.

- **SOPAE**

Ainsi, les entreprises réalisant les travaux devront présenter dans leur offre un Schéma organisationnel du plan d'assurance environnement (SOPAE). À travers ce document, l'Entreprise s'engage, dans le cas où elle devient titulaire, à mettre en œuvre un Plan d'assurance environnement (PAE).
Le SOPAE comportera au moins les éléments suivants :

- la description du contexte environnemental ;
- la politique Environnement de l'entreprise (formation, sensibilisation) ;
- les moyens humains : organigramme du chantier, présentation du responsable environnement (obligatoire) avec son niveau hiérarchique, son profil, les moyens matériels à sa disposition, la part de son temps de travail qu'il pourra consacrer au suivi de l'environnement, etc. ;
- les dispositifs que l'Entreprise mettra en place pour satisfaire aux exigences environnementales édictées dans le dossier de consultation des Entreprises (concernant le bruit, la poussière, les déchets, l'assainissement, etc.) et dans les pièces du marché.

- **Plan d'Assurance Environnement**

Toute entreprise effectuant des travaux sur site respectera le schéma documentaire défini par la Société du Grand Paris. Elle produira un Plan d'Assurance Environnement (PAE) ou plan de respect de l'environnement (PRE).
Le cahier des charges pour la réalisation des travaux imposera aux entreprises candidates de présenter un PAE détaillant les éléments suivants :

- L'engagement de la direction de l'entreprise à mettre en œuvre une démarche de prise en compte de l'environnement ;
- L'identité des différents intervenants du chantier ;
- L'organisation de l'entreprise pour assurer la mise en œuvre effective et le suivi du PRE (attributions de différents acteurs de l'entreprise, sensibilisation et information des personnels, intégration des co-traitants ou sous-traitants dans la démarche, …). Le PRE précisera notamment l'identité et les coordonnées du responsable environnement ainsi qu'un organigramme du chantier ;
- L'analyse du contexte environnemental et des contraintes relatives au chantier ;
- L'analyse des nuisances et des risques potentiels liés aux différentes activités du chantier ;

- La liste des procédures techniques par nature d'intervention (description des modes opératoires, mesures de protection, ...) ;
- Les moyens de suivi et de contrôle de l'application des procédures ;
- Les modalités de gestion des anomalies ;
- Les consignes en cas de pollution accidentelle (conduite à tenir, matériels et moyens disponibles...).

Sur la base du SOPAE, chaque entreprise présentera son Plan d'assurance environnement (PAE). Ce PAE sera adapté aux travaux et les mises à jour seront soumises au visa du maître d'œuvre et du maître d'ouvrage. Il précisera de façon détaillée et sous forme de procédures d'exécution, les moyens et méthodes que l'Entreprise mettra en place pour :

- prendre en compte les enjeux environnementaux spécifiques au site et au projet (prescriptions et engagements environnementaux) ;
- respecter les préalables pris par le maître d'ouvrage (Arrêtés loi sur l'eau, CNPN, etc.) ;
- prévenir les risques vis-à-vis de l'environnement : assainissement de chantier, prévention des pollutions (stockage des produits polluants/pollués sur rétention, kit anti-pollution, etc.), protection des milieux naturels (respect des emprises, entretien des clôtures, bâches batraciens), etc. ;
- intervenir efficacement en cas d'incident ou d'accident concernant les contraintes environnementales ; respecter les procédures de contrôle et de suivi ;
- effectuer la traçabilité de la gestion environnementale du chantier.

Un reporting mensuel sera demandé à chaque société incluant notamment un bilan des incidents et accidents et des mesures correctives apportées, un relevé de la conformité des rejets en eaux, de la mesure du bruit sur le chantier et aux alentours, de la mesure des poussières autour du chantier, un bilan sur la quantité et le type de déchets traités, etc.
Des contrôles fréquents, réalisés par le coordinateur environnemental au cours du chantier, permettront de s'assurer de la prise en compte effective des engagements pris.

Le suivi de chantier par un écologue (Mesure S01) accompagne la mise en place de cette mesure.

e) Mesure R05 : Réaliser des caches de substitution pour la petite faune

Des gîtes préfabriqués à Hérisson d'Europe, mis en place avant la phase de chantier, ainsi que des caches constituées de rémanents du chantier seront placés en périphérie des zones d'aménagement. Cela permettra d'attirer les individus de petite faune (reptiles, petits mammifères…) en dehors des zones impactées directement par les travaux. Ces caches devront être placées dans des endroits propices à l'accueil de la faune. Un écologue devra être chargé de l'accompagnement à la mise en œuvre de cette mesure (optimisation de l'emplacement des caches en fonction de l'écologie des espèces concernées).



Figure 6.1-7 : Principe d'un nichoir à Hérisson



Figure 6.1-8 : Plaque de carton ondulée et bitumée, favorable aux reptiles © BIOTOPE

Coût (exemples) :

Nichoir de Hérisson : de 80 à 140 euros l'unité

Plaque à reptiles : 5€ / m²

f) Mesure R06 : Rendre la zone de travaux peu attractive

L'objectif de cette mesure est de rendre la zone de travaux inaptes à la reproduction et à l'hivernage de la faune, avant les périodes de travaux dites « sensibles » (mars-septembre). Ainsi, les travaux pourront démarrer durant cette période.

Pour les reptiles, les amphibiens et les petits mammifères, il s'agit d'enlever avant tout démarrage de chantier les objets et structures pouvant abriter des individus de reptiles, d'amphibiens et petits mammifères terrestres.

Cette mesure pourra être couplée à des opérations de capture et déplacement (autorisation préalable à obtenir).

- **Enlèvement des habitats de refuge pour toutes les espèces**

La mise en œuvre de cette mesure permet de réduire les contraintes temporelles de mise en œuvre des travaux de préparation des sites (enlèvement de la végétation et terrassement préliminaire notamment), en écartant les risques de destruction d'individus.

Avant chaque phase de démarrage de travaux, un écologue visitera le site pour identifier les éléments physiques à enlever de la zone chantier pour éviter que des individus de reptiles, d'amphibiens ou des petits mammifères viennent y trouver des refuges dans lesquels, ils risquent d'être détruits.

Ce nettoyage interviendra sur les habitats des espèces entre juillet et octobre, période pendant laquelle les individus sont actifs et peuvent aisément fuir.

Les modalités de mise en œuvre sont les suivantes :

- Clôture du chantier ;
- Visite de la zone chantier avant le début des travaux, en période d'activité des amphibiens d'amphibiens ou des petits mammifères ;
- Mise en œuvre d'un processus de fuite ou de récupération des animaux, si leur présence constatée ;
- Nettoyage et export des matériaux.

- **Déplacement des espèces**

Un programme de capture et de déplacement après isolement au moyen de clôtures spécifiques, sera mis en œuvre pour des espèces sensibles et ou protégées.

Ce programme doit être réalisé et complété au cours des mois favorables aux espèces et avant le démarrage du chantier. Le nombre de journées nécessaires à ce type d'opération est défini fonction de l'estimation des surfaces et des densités de populations. Il peut être important.

Après autorisation, l'opération se fait suivant cet enchaînement d'opérations :

- Fauche à ras des milieux pour diminuer l'attractivité des territoires ;
- Arasement des caches, refuges et autres gîtes ;
- Mise en place des clôtures temporaires imperméables ou uni-directionnelles ;
- Mise en place de systèmes de capture ;
- Récupération des individus subsistant ;
- Déplacement des individus.

La capture implique donc le déplacement vers de nouveaux sites d'accueil qu'il convient de définir préalablement. Dans tous les cas, les sites d'accueil doivent être prêts avant le déplacement.

- **Déplacement des amphibiens**

Pour les amphibiens, l'opération est réalisée lors du déplacement des individus à la sortie de l'hiver (entre janvier et mars) lorsqu'ils rejoignent les sites de reproduction. Elle peut durer plusieurs semaines.

- **Déplacement des reptiles et autres espèces**

Pour les reptiles et les autres espèces contactées, l'opération est réalisée juste avant l'ouverture du chantier par une recherche et une fouille systématique des caches des reptiles et des petits mammifères.

g) Mesure R07 : Eviter la prolifération d'espèces invasives

Il sera nécessaire d'éviter la dispersion des espèces végétales invasives en phase chantier (notamment lors de l'exportation des gravats et surtout de la terre végétale). Pour cela, il est préférable d'éviter au maximum l'export de terre et de gravats.

Cet export sera sûrement nécessaire dans le cadre des travaux d'aménagement. La terre végétale devra donc être contenue dans des systèmes clos (camions bâchés) et subir un traitement permettant la destruction de l'ensemble des propagules (compostage en site contrôlé).

Les surfaces mises à nu seront à revégétaliser rapidement (par exemple à l'aide de semences d'espèces herbacées **locales**) pour éviter une nouvelle expansion des espèces végétales invasives. Les repousses seront contenues, dans la mesure du possible, par l'entretien de la zone identifiée.

Des mesures prophylactiques spécifiques (nettoyage du matériel et des engins, en particulier les godets, roues, chenilles, etc.) seront à envisager afin d'éviter la propagation d'espèces invasives.

Un état 'zéro' « plantes invasives » devra être effectué sur les zones de chantier et les bases travaux, avant le démarrage des travaux. Un état final « plantes invasives » sera à réaliser pour comparer et mettre en place des mesures de restauration si nécessaire.

En tout état de cause, la « non propagation des plantes invasives » devra apparaitre dans le cahier des charges des entreprises effectuant les travaux.

Coût :

Décapage et mise en dépôt, ou évacuation de la terre végétale (sans traitement) : 3 à 4 euros le m^3

Ensemencement d'espèces rustiques et locales : 1 à 2 euros le m^2

h) Mesure R08 : ne pas éclairer le chantier la nuit

L'éclairage des zones de travaux la nuit risque de perturber les oiseaux et les chauves-souris. La pollution lumineuse peut effectivement avoir des effets très négatifs sur les espèces migratrices qui se déplacent de nuit (désorientation). Il est donc conseillé de limiter au maximum les éclairages de chantier à proximité des secteurs à enjeux.

En cas de nécessité d'éclairer le chantier, les niveaux d'éclairage seront basés sur le minimum de la réglementation en termes de sécurité des personnes (code du travail). Les éclairages des postes de travail ne fonctionneront pas en continu et seront en outre orientés vers le sol avec un cône d'émission de 70° (éclairage directionnel). Cette prescription sera à appliquer principalement au cours de la période de nidification des oiseaux (mi-mars / mi-juillet).

Les principes généraux pour optimiser l'éclairage et limiter la pollution lumineuse sont les suivants :

Eviter toute diffusion de lumière vers le ciel : munir toutes les sources lumineuses de système (réflecteurs notamment) renvoyant la lumière vers le bas (éclairage directionnel) ;

Utiliser des lampes peu polluantes : préférer les lampes au sodium basse pression ou tout autre système pouvant être développé à l'avenir / Eviter l'usage de lampes à vapeur de mercure haute pression ou à iodure métallique ;

Utiliser la bonne quantité de lumière : ajuster la puissance des lampes et donc la valeur de l'éclairement en fonction des réels besoins, dans le temps et dans l'espace / Utiliser des systèmes de contrôle qui ne fourniront de la lumière que lorsqu'elle est nécessaire.

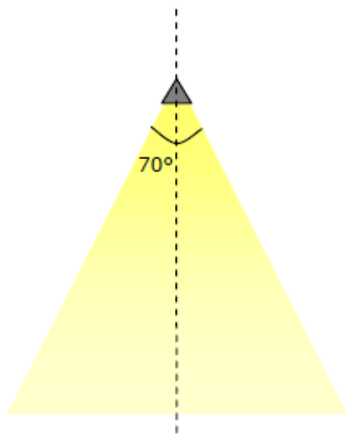


Figure 6.1-9 : Eclairage directionnel

i) Mesure R09 : Limiter les perturbations sonores

La limitation des nuisances sonores du chantier repose sur le respect des normes en vigueur concernant le bruit : Les niveaux maxima admissibles aux limites du chantier, de jour comme de nuit, devront être conformes à la réglementation. Les engins utilisés par les entreprises devront ainsi respecter les arrêtés en vigueur au moment des travaux. De nuit, l'entreprise veillera à limiter ses émissions sonores. Ainsi, toute activité générant une émergence du niveau de bruit supérieure à 3 dB(A), en limite du chantier, devra être suspendue en période nocturne, de 22 h à 6 h.

Les secteurs sur lesquels une vigilance sera nécessaire sont :

- A proximité du parc Georges Valbon,
- Aulnay-sous-Bois, à proximité du parc du Sausset,
- Sevran-Livry, à proximité du parc de la Poudrerie et du canal de l'Ourcq,
- Clichy-Montfermeil, en lien avec la proximité de la Forêt de Bondy,
- Montguichet (Chelles).

Ces dispositions devront être reprises à la fois dans le programme et le cahier des charges des travaux.

Pour cette mesure, il convient également de se référer à la partie relative au bruit.

j) Mesure R10 : Remise en état du sol après travaux

Afin de retrouver des sols colonisables par la végétation après les travaux, le respect des horizons naturels du sol est indispensable. La remise en état des sols devra être effectuée dans ce respect. Suite aux préconisations données pour la phase travaux, la terre végétale a été stockée à part et n'a pas subi de piétinement. Elle devra être mise en place après les différents horizons et ne pas subir de piétinement ou de dégradation supplémentaires de la part des engins de chantier. En fonction des spécificités locales, on laissera la végétation coloniser les nouveaux sols ou un ensemencement à partir d'essences locales pourra être effectué pour éviter la prolifération de plantes invasives.

Des travaux sont prévus sur plusieurs milieux semi-naturels : à proximité des berges des canaux de Chelles et de l'Ourcq et sur des secteurs en friche au niveau du Montguichet.

Pour les canaux de Chelles et de l'Ourcq, si les berges sont endommagées, elles devront être reconstituées le plus fidèlement possible, en termes de profils, et revégétaliser uniquement avec les conseils d'un écologue.

Sur le site du Montguichet, la remise en état après travaux sera validée avec le gestionnaire, l'Agence des Espaces Verts (AEV) de la région Ile-de-France. Une colonisation naturelle des espèces sur site pourra être proposée, en fonction du risque d'implantation d'espèces exotiques. Le cas échéant, un semis d'espèces indigènes locales pourra être proposé.

Cette mesure est à intégrer au programme de travaux.

Un cahier des charges précisant les modalités de remise en état des sols sera rédigé et intégré au dossier de demande de dérogation au régime des espèces protégées et aux diverses pièces des marchés de maîtrise d'œuvre (Dossier de consultation des entreprises…).

Coût :

Reprise de terre végétale stockée : de 3 à 5 € par m^3

Apport de terre végétale : de 10 à 18 € par m^3

Remodelage, talutage : 4 à 6 euros par m^3

Reconstitution de la ripisylve : 8 euros le m^2

Plantations : dépendant des essences sélectionnées

6.1.1.4 Mesures d'accompagnement en phase chantier

a) Mesure A01 : Mise en place d'un programme de responsabilité environnementale

La Responsabilité Sociale et Environnementale des entreprises (RSE) est la déclinaison à l'échelle d'une entreprise des principes du développement durable. La (RSE) est un concept dans lequel les entreprises intègrent les préoccupations sociales dans leurs activités.

Les enjeux environnementaux de l'entreprise seront privilégiés, afin d'inscrire l'entreprise dans une préoccupation environnementale constante, pour minimiser son impact et privilégier son développement de façon durable. Ils sont intégrés dans le management, les pratiques et les activités de l'entreprise.

Le programme a pour but de définir le périmètre de la responsabilité environnementale, d'évaluer l'impact des activités sur chaque site, de mettre en place une démarche de **progrès continu**, d'identifier les domaines d'action pertinents et de fixer les priorités : Prévenir et maîtriser les risques environnementaux et sociaux ; innover et être performant ; anticiper les contraintes réglementaires ; réduire les coûts ; s'engager dans une démarche responsable.

6.1.1.5 Mesures de suivi en phase chantier

a) Mesure S01 : Suivi de chantier par un écologue

Dans le but d'assurer la bonne mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, et pour éviter les impacts imprévisibles, un suivi de chantier sera mis en place. Il s'articulera entre le Maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et un écologue, assistant à maîtrise d'ouvrage.

Au sein des entreprises de travaux, une personne compétente dans les domaines de l'environnement (« coordinateur environnement ») devra s'assurer au quotidien de la mise en place et du respect des mesures de réduction sur le terrain. Cette personne devra être secondée par des « correspondants environnement », personnels de chantier, chargés in situ d'effectuer ou de faire effectuer certaines mesures (balisage, déplacement d'amphibiens…). Un correspondant environnement minimum devra être désigné par zone de chantier. Il devra rapporter chaque jour le déroulement et le respect des mesures sur le chantier, les problèmes rencontrés le cas échéant.

Le chantier sera inspecté régulièrement par l'écologue indépendant. Il devra s'assurer de la bonne mise en place des mesures de réduction et en référer au Maître d'ouvrage. L'écologue assurera également une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage, participera aux réunions chantier, pour apporter sa compétence lors des modifications des travaux, par rapport aux enjeux écologiques, aux rabattements de nappes proposées, aux périodes d'intervention…

En fonction des enjeux, l'installation de piézomètres pourra être nécessaire pour suivre le niveau de la nappe. L'écologue sera chargé de s'assurer que les éventuels pompages restent inférieurs à un seuil de rabattement défini au préalable et de contrôler les effets de ces rabattements sur les milieux naturels.

Il assurera des formations et animera si besoin des réunions d'information avec les différents partenaires, le coordinateur et les correspondants environnement et se rendra sur le terrain, à une fréquence à déterminer avec le Maître d'ouvrage, pour s'assurer du bon déroulement du chantier, notamment lors des rabattements de nappe.

Des réunions d'information seront prévues au début de la phase de travaux afin de présenter et de localiser les mesures de précautions et de réductions spécifiques pour la faune et la flore aux différentes équipes amenées à intervenir sur le chantier.

Afin d'éviter tout risque de circulation d'engins en dehors de la zone d'emprise prévue sur des habitats fragiles comme les mares, les roselières, les zones de dépressions ou de stations de flore remarquable, les habitats ou habitats d'espèces d'intérêt communautaire, un repérage terrain avec un expert écologue permettra de les localiser et de mettre des balises.

Coût :
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

b) Mesure S02 : suivi spécifique des sites à forts enjeux

Pour les **secteurs à forts enjeux**, un **suivi de chantier spécifique par un écologue**, plus « soutenu » sera mis en place pendant la phase travaux et après la remise en état. Ils ont pour objectif de confirmer les engagements du maître d'ouvrage conformément à la réforme des études d'impact entrée en vigueur le 1er juin 2012.

Pour ce projet, il s'agit notamment :

- Du Parc Georges Valbon : compte tenu des enjeux écologiques de ce site (Blongios nain, Butor étoilé, Crapaud calamite…)et de sa sensibilité vis-à-vis de la construction de la gare du Bourget RER et de son arrière-gare, ce site fera l'objet d'un suivi du niveau d'eau spécifique. L'installation de piézomètre pourra être envisagée sur ce site ;

- Du Parc du Sausset : compte tenu des enjeux écologiques de ce site (Zannichellie des marais, Blongios nain…) et de la sensibilité de l'Etang de Savigny et du marais à la baisse des niveaux, une attention particulière devra être apportée à ce site. Cependant, compte tenu du faible risque d'assèchement, compte tenu de la distance vis-à-vis du tracé de référence, l'installation de piézomètres ne semble pas nécessaire.

Des suivis de populations pourront être effectués, avant, pendant et/ou après la phase travaux. Ce suivi pourra s'étaler sur plusieurs années et comprendre des inventaires l'année de la remise en état puis l'année n+1 et n+2 afin de s'assurer que l'espèce est toujours présente et que la population est viable.

Ces suivis sur 3 ans permettront la réalisation d'un bilan et de s'assurer du succès des opérations de remise en état et des mesures de réduction et de compensation.

Coût jour d'un chargé d'étude : 580 €/j

c) Mesure S03 : Formation obligatoire du personnel de chantier

L'ensemble du personnel de chantier devra recevoir une formation complète sur l'ensemble des éléments constituant l' « environnement ». Le programme de cette formation comprendra notamment une sensibilisation à la gestion des déchets, leur stockage sur site et leur élimination dans le but de supprimer tout impact potentiel sur les milieux naturels, en particulier les milieux humides et aquatiques.

La formation devra comprendre également une sensibilisation aux enjeux écologiques et permettre, de la part des agents, la reconnaissance fortuite des espèces végétales protégées susceptibles d'être présentes dans le fuseau d'étude ainsi que des méthodes de protection classique en phase de travaux (balisage des zones à enjeux…). La reconnaissance des espèces invasives les plus courantes ainsi que la maîtrise des méthodes pour limiter leur expansion en phase chantier est également souhaitable. Pour cela, la partie de la formation spécifique aux enjeux faune et flore devra être dispensée par un écologue botaniste.

Cette formation, pour l'ensemble des personnes intervenant sur les zones de chantier, doit être intégrée au planning des travaux et spécifiée dans les DCE.

6.1.1.6 Effets résiduels

Malgré la mise en place de ces mesures, il reste cependant des impacts résiduels importants, dépendants des méthodes de construction et des choix de localisation des ouvrages annexes. Dans le strict respect des mesures citées, la construction par tunnelier est celle qui est la moins impactante pour la faune et la flore. En revanche, les techniques par voie terrestre ou aérienne ont un impact par emprise qui reste non négligeable sur les milieux à enjeux. La construction en « tranchées couvertes » est, quant à elle, la plus impactante sur l'alimentation en eau de certains secteurs. De nombreuses zones humides ou milieux aquatiques pourraient être impactés par cette méthode. La mise en place de mesures compensatoires s'avère donc nécessaire.

Tableau 6.1-5 : Types d'impacts résiduels

Thématique	***Eléments du projet***	***Impacts possibles***	***Surface concernée[6]***	***Mesures***	***Impact résiduel***
Avant le démarrage de la phase travaux					
Etude techniques complémentaires	Tracé en souterrain pour la totalité du tronçon nécessitant des sondages géotechniques et potentiellement des fouilles archéologiques	Destruction des habitats et habitats d'espèces (Fouilles archéologiques) Dégradation des habitats et des habitats d'espèces	Non disponible à ce stade de l'étude Impact fonction de la localisation des fouilles/sondages, les enjeux étant localisés sur ce tronçon	MS01, R01	Non évaluable à ce stade
Impacts d'emprise de l'aménagement					
Infrastructure	Gares au nombre de 9 (Gare de Noisy-Champs non incluse)	Destruction d'habitats naturels Destruction d'habitats d'espèces animales Destruction d'individus (faune et flore) Destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales Enclavement de territoire Coupure d'axes de déplacement	Emprise en surface dépendant du projet urbain, qui n'est pas sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris Boîte gare localisée la plupart du temps en contexte urbain ou péri-urbain	R01, R04, R06, R07, R08, R09, R10, A01, S01, S03	Faible
	Ouvrages annexes : puits aération, accès secours : 34 puits prévus (quelques centaines de m² par ouvrage annexe)	Destruction d'habitats naturels Destruction d'habitats d'espèces animales Destruction d'individus (faune et flore) Destruction de tout ou d'une partie de l'habitat d'espèces animales Enclavement de territoire Coupure d'axes de déplacement	Puits prévu au niveau du Montguichet, dans un secteur de friche (emprise permanente de l'ordre de quelques centaines de mètres carré, emprise chantier inférieure à 0,5 ha)	R01, R02, R03, R04, R05, R06, R07, R08, R09, R10, A01, S01, S02, S03	Modéré
			Un ouvrage annexe prévu à environ 450 m de la lisière de la forêt de Bondy, dans un tissu pavillonnaire. Pas d'interaction avec l'habitat de chasse de chauves-souris	R01, R02, R03, R04, R05, R06, R07, R08, R09, R10, A01, S01, S02, S03	Faible
			Canal de Chelles : 1 puits localisé à proximité immédiate du canal. L'emprise permanente représente quelques centaines de mètres carrés et l'emprise chantier moins de 0.5 ha	S01, R01, R02, R03, R04, R05, R06, R07, R08, R09, R10, A01, S01, S02, S03	Faible
			Les autres ouvrages sont implantés en milieu urbain ou dans des espaces anthropisés.	R01, R02, R03, R04, R05, R06, R07, R08, R09, R10, A01, S01, S02, S03	Modéré
Impacts en phase travaux					

[6] *Evaluation basée sur les données fournies en janvier 2014.*

Thématique	*Eléments du projet*	*Impacts possibles*	*Surface concernée*[6]	*Mesures*	*Impact résiduel*
Modalités de construction des gares	Tranchée couverte pour la réalisation des gares et des ouvrages annexes	Dérangement de la faune Fragmentation de l'habitat de reproduction Pollutions diverses des habitats et des habitats d'espèces **Modification des conditions hydrologiques de surface ou souterraines** Diffusion / favorisation d'espèces végétales invasives Coupure des axes de déplacement	Au vu des milieux humides dans et à proximité du fuseau d'étude, les impacts potentiels sur les milieux naturels en lien avec cette techniques se concentrent au niveau de trois gares : Chelles : sa proximité avec des milieux humides augmentent les risques d'incidences potentielles. Le Bourget RER : l'emprise de la gare et de l'arrière gare, réalisée en tranchée couverte, peut nécessiter un rabattement de la nappe. Cette gare est située dans un secteur sensible vis-à-vis de l'alimentation en eau des plans d'eau du Parc Georges Valbon et le risque de modification des conditions hydrologiques de surface est réel.	S01, S02, R01, R02, R03, R04, R05, R06, R07, R08, R09, R10, A01, S01, S02, S03	Modéré[7]
Modalités de construction du tunnel	Puits d'accès du tunnelier : 4 puits d'attaque : 1 confondu avec l'emprise chantier de la gare d'Aulnay, 1 à Champs sur Marne au niveau de l'arrière gare de Noisy-Champs, 1 à Aubervilliers à proxmité du Canal Saint-Denis et 1 à Saint-Denis au niveau du stade Nelson Mandela ; 5 puits de sortie : 1 au niveau de l'emprise chantier de la gare de Clichy-Montfermeil, 1 au niveau de l'emprise chantier de la gare du Bourget RER, 1 à Saint Ouen, 1 au niveau de l'arrière gare de la station Mairie de Saint-Ouen, 1 au niveau de l'ouvrage d'entonnement au Bourget RER pour le bitube de la Ligne 17	Dégradation des habitats et des habitats d'espèces Destruction des habitats et habitats d'espèces **Modification des conditions hydrologiques de surface ou souterraines**	Aulnay : dans l'emprise chantier de la gare d'Aulnay Clichy-Montfermeil : confondu avec la gare Champs-sur-Marne : dans le secteur de tranchée couverte de la gare de Noisy-Champs Saint-Denis : à proximité du canal de Saint-Denis	S01, R01, R02, R03, R04, R05, R06, R07, R08, R09, R10, A01, S01, S02, S03	Faible
	Tunnelier : concerne la totalité du tunnel	Dégradation des habitats et des habitats d'espèces Pollutions diverses des habitats et des habitats d'espèces	Environ 30 km de tunnel Impact pouvant être réduit si des mesures classiques sont prises	S02, R03, R04, S01, S04	Faible
	Zone de dépôt temporaire et/ou définitive	Dégradation des habitats et des habitats d'espèces Destruction des habitats et habitats d'espèces **Modification des conditions hydrologiques de surface ou souterraines**	Surface et localisation non évaluées à ce stade du projet	S01	Impact non évaluable à ce stade du projet
Organisation du chantier	Aires de vie du chantier, Pistes d'accès	Dégradation des habitats et des habitats d'espèces Destruction des habitats et habitats d'espèces	Impact par emprise intégré dans les emprises chantier de la construction des boites gares en tranchée couverte et des ouvrages annexes	S01	Fonction de la localisation

[7] Pour l'évaluation des incidences résiduelles sur le niveau d'eau des plans d'eau et zones humides, il convient de se référer à la partie 4.2 « Hydrogéologie » du présent document. L'analyse de l'incidence fine de la construction des ouvrages et des gares à proximité des Parcs Georges Valbon et du Sausset devra faire l'objet d'une étude ultérieure spécifique.

6.1.1.7 Mesures de compensation aux effets résiduels

a) Mesure C01 : Acquisition et/ou rétrocession d'espaces périphériques pour la mise en place d'une gestion conservatoire

Le projet va impacter :

- Des zones humides potentiellement,
- Des secteurs en friche au niveau du Montguichet ;
- Des secteurs utilisés par la biodiversité ordinaire : au niveau de l'emprise chantier de la gare d'Aulnay, de la gare du Blanc–Mesnil, pour l'implantation de plusieurs ouvrages annexes...

En fonction du type et de la valeur patrimoniale des espèces et de habitats impactés, des attendus des documents cadre (SDAGE, SAGE), des ratios de surfaces de compensation seront proposés. Ils varient de 1 à 10 selon les espèces et habitats concernés.

A titre d'exemple, le SDAGE Seine Normandie impose de compenser la perte de zone humide en priorité dans le bassin versant impacté et en ultime solution à une échelle plus large. Les surfaces compensées doivent être **au minimum égales à 1,5 fois la surface impactée**.

Les surfaces à acquérir ou à conventionner au titre de la compensation seront déterminées dans le dossier de dérogation au régime des espèces protégées.

Acquisition et/ou rétrocession de terrain à un organisme gestionnaire

La mesure propose une compensation de l'impact résiduel en assurant durablement la préservation d'espaces favorables à ces cortèges ou espèces sur un territoire proche (et qui restera à déterminer) dont la physionomie devra être similaire à celle des milieux détruits. Il conviendra également de choisir un secteur dont la vocation de compensation écologique sera affirmée de façon pérenne (choix du secteur en dehors de futures zones d'aménagement, secteur non inclus dans les zones à urbaniser dans les documents d'urbanisme). La localisation et la superficie de la surface de compensation restent à définir. Elle sera précisée dans les dossiers de dérogation pour la destruction d'espèces protégées.

Le secteur de compensation concernera :

- soit un terrain à acquérir par la Société du Grand Paris ;
- soit un terrain d'ores et déjà propriété de la Société du Grand Paris.

Convention de gestion

Pour ce faire, une convention de gestion sera établie avec l'organisme gestionnaire, qui offrira toutes les garanties pour mener à bien une gestion optimale et à long terme de cet espace. Avant toute action sur le terrain, l'organisme en charge de la gestion du site de compensation établira au préalable un plan de gestion pluriannuel du terrain. Ce document de planification constituera le tableau de bord du site. Basé sur un état initial complet du site, il fixera les objectifs à court, moyen et long terme et définira les mesures de gestion adaptées pour les atteindre. Un programme de gestion, qui identifie les moyens et besoins financiers des actions envisagés, sera établi sur une durée d'au minimum vingt-cinq ans.

La gestion qui sera menée sur le site sera financée par la Société du Grand Paris sur les 25 années après l'établissement du plan de gestion.

L'Agence des Espaces Verts (AEV) de la Région Ile-de-France a été contactée en 2013 à ce sujet et s'est montrée favorable à un conventionnement dédié aux zones acquises au titre de la compensation de ce projet.

6.1.1.8 Mesures de suivi dans le temps

a) Mesure S04 : Suivi écologique des sites à enjeux

Après la fin des travaux, un suivi écologique devra être effectué sur les zones à enjeux identifiés tout au long du fuseau d'étude. Ce suivi, mis en place sur plusieurs années et en fonction des enjeux écologiques identifiés, aura pour but de vérifier la bonne conservation des conditions stationnelles des zones écologiques à enjeux. Il comprendra notamment un suivi floristique et faunistique. Les zones humides et les plans d'eau feront l'objet d'une attention particulièrement, notamment sur leur niveau en eau (suivi piézométrique et/ou hauteur de lame d'eau).

En cas de modification de conditions stationnelles constatées, des mesures spécifiques et adaptées devront être mise en place.

Coût indicatif pour une zone à enjeux écologiques de 30 ha :

- 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

Ces estimations sont à adapter en fonction des enjeux des sites concernés.

b) Mesure S05 : Suivre scientifiquement l'efficience des mesures et l'évolution de la biodiversité

Afin de garantir l'efficacité des mesures de réduction et de compensation préconisées, que ce soit en phase chantier ou en phase exploitation, il est indispensable de réaliser des suivis réguliers de leurs effets. Dans le cas où les résultats de ces suivis seraient non concluants, de nouvelles mesures devront être envisagées.

L'atteinte de l'objectif de cette mesure passe par deux principaux points :

la mise en place d'un comité de suivi : les principaux rôles de ce groupement sont de valider les protocoles détaillées des suivis (localisation, surface, nombre de placettes, d'abris artificiels pour les reptiles, matériel à utiliser, technique spécifiques…) et de recadrer ces protocoles de suivis et les mesures en fonction des résultats obtenus.

le suivi d'indicateurs pertinents pour chaque mesure : les indicateurs précis ne sont pas détaillés dans ce document mais seront identifiés par un écologue en fonction de la mise en œuvre des mesures et des particularités du nouveau milieu issu des travaux.

Un premier rapport sera réalisé à l'issue de la 1ère année d'exploitation. Ce rapport devra comprendre une analyse fine de l'évolution des espèces et des habitats entre l'état initial réalisé

entre 2011 et 2012 et celui réalisé à l'issue de cette première année d'exploitation. Il devra conclure à l'atteinte des objectifs fixés par chaque mesure. Si les objectifs s'avèreraient non atteints, de nouvelles propositions devront être proposées.

Si les suivis montrent une détérioration marquée, une note d'alerte sera formalisée par le prestataire en charge du suivi. Le comité de suivi sera alors réuni et des mesures spécifiques seront prises. La périodicité des rapports sera à déterminer en fonction des milieux considérés.

Les prestataires veilleront à établir leur prospections en période favorable pour chaque groupe écologique.

En fonction des sensibilités inventoriées, les suivis suivants sont préconisés :

- Suivis des habitats naturels et des plantes patrimoniales et invasives : détermination et localisation sur les surfaces remaniées en phase chantiers,

- Suivi entomologique, batrachologique et avifaunistique au niveau du Parc Georges Valbon et du Parc Sausset.

6.1.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

6.1.2.1 Impacts

L'analyse des effets du projet en phase d'exploitation s'articulera dans un premier temps par une présentation sommaire des impacts sur les milieux naturels puis sur une analyse plus détaillée au niveau des milieux naturels compris et localisés à proximité de la zone de fonctionnement de la ligne de métro.

a) Généralités sur les impacts potentiels sur le milieu naturel en phase d'exploitation

Tableau 6.1-6 : Impacts potentiels du projet en phase exploitation

Impacts possibles	*Détails*	*Milieux/Espèces concernés*	*Type*	*Durée*
Dérangement	Il s'agit d'un dérangement sur certaines espèces sensibles engendré lors des interventions sur le métro ou suite à l'exploitation du futur métro automatique (pollution lumineuse, diminution des zones de « calme »…).	Toutes espèces de faune et de flore	Direct	Temporaire ou permanent
Dégradation des habitats	Il s'agit d'un impact généré par l'augmentation de la fréquentation humaine et donc de la pression sur les milieux naturels dans l'aire immédiate et éloignée du métro : • par dégradation des habitats naturels et de la flore associée ; • par dégradation des habitats naturels, de la faune associée et des habitats d'espèces de faune associés (zones de reproduction, territoires de chasse, zones de transit).	Toutes espèces de faune et de flore	Indirect	Temporaire ou permanent
Pollution accidentelle ou pollution diffuse	Il s'agit d'un risque de pollutions par des produits toxiques, des hydrocarbures ou des matières en suspension dans les eaux de ruissellement ou les cours d'eau, de l'accumulation de poussières sur les habitats naturels et les habitats d'espèces	Habitats naturels, toutes espèces de faune et de flore, mais en particulier les habitats aquatiques et les espèces qui les fréquentent dont les amphibiens, les chiroptères…	Indirect	Temporaire ou permanent
Modification de l'occupation du sol	Lors de la remise en état, il s'agit du risque de ne pas retrouver l'habitat initial à cause d'un tassement du sol, du non-respect des couches pédologiques, d'une perturbation de la filtration de l'eau…	Habitats naturels patrimoniaux	Indirect	Permanent

b) Analyse détaillée vis-à-vis des milieux naturels

Tableau 6.1-7 : Evaluation des impacts bruts en phase exploitation

Eléments du projet	***Impacts possibles***	***Détails***	***Milieux / Espèces concernés***	***Surface concernée[8]***
Gare : 9 gares (gare de Noisy-Champs non incluse), principalement en contexte urbain qui se situent cependant à plus ou moins proximité de zones naturelles et semi-naturelles	Dérangement en phase exploitation Dégradation des habitats en phase exploitation	Il s'agit du risque d'augmenter la fréquentation des milieux naturels à proximité immédiate des gares, suite à l'arrivée du métro. Cette augmentation de la fréquentation peut avoir deux conséquences : une augmentation du dérangement et/ou une dégradation de l'habitat des espèces (piétinement accru…). Le contexte urbain à péri-urbain dans lequel les gares sont implantées limite fortement ces phénomènes, même si deux secteurs sont en interaction avec des zones à enjeu écologique : Au niveau de Sevran-Livry, la gare se situera à proximité immédiate du canal de l'Ourcq. L'impact sur la fréquentation des berges du canal ne sera a priori pas significatif du fait de sa forte artificialisation ; Au niveau de Clichy-Montfermeil, la proximité de la gare avec la forêt de Bondy est susceptible d'augmenter la fréquentation pédestre et par mode doux (vélos) de celle-ci.	Toutes espèces de faune mais particulièrement les oiseaux d'intérêt communautaire (Pic mar et Pic noir) de la Forêt de Bondy.	Forêt de Bondy
				Sevran-Livry
				Autres gares du projet (milieu urbain dense)
Gares et ouvrages annexes	Modification de l'occupation du sol	Ce sont les gares et ouvrages annexes, réalisés en tranchée couverte, qui sont concernés par cet effet indirect. Deux secteurs sont implantés en milieux naturels : Au niveau du Montguichet : un puits est prévu sur un secteur de friche ; A proximité immédiate du canal de Chelles et de l'Ourcq : les berges seront évitées dans la mesure du possible. Le cas échéant, une reconstitution des berges sera à prévoir.	Quelques centaines de mètres carré d'emprise permanente sur un secteur de friche	Montguichet
			Proximité immédiate des berges du canal, berges artificialisées et contexte péri-urbain	Canal de l'Ourcq et Canal de Chelles, rôle de continuité écologique de ces canaux
Tunnel et Ouvrages annexes	Pollution accidentelle ou pollution diffuse	Le risque de pollution est non négligeable en phase exploitation même si c'est la phase chantier qui reste la plus sensible sur ce point.	Habitats aquatiques et espèces associées à ces milieux	Environ 30 km de tunnel

[8] *Evaluation basée sur les données fournies en juillet 2013.*

6.1.2.2 Mesures de réduction en phase exploitation

a) Mesure R11 : Recommandations générales sur l'éclairage des implantations en surface

D'une manière générale, les implantations en surface ne devront pas ajouter une source de pollution lumineuse supplémentaire, par rapport à l'existant. Cette recommandation est valable pour l'ensemble des gares et ouvrages annexes, qu'ils soient situés en contexte urbain dense ou en milieu semi-naturel.

➢ **Principe d'implantation**

Les réverbères seront placés de manière à obtenir la meilleure protection des espaces plus sensibles à la lumière. L'éclairage des zones naturelles alentours et des abords devra être évité le plus souvent possible.

Il ne s'agit pas d'éclairer moins mais d'éclairer mieux. La mise en place d'un plan de gestion de l'éclairage permet de concilier les aspects de sécurité publique, de valorisation des monuments, les besoins de la population et les aspects environnementaux. Il est primordial d'élaborer un diagnostic des pratiques existantes pour déterminer ensuite, selon les besoins de chaque secteur, les mesures à mettre en œuvre :

- Le choix des lampadaires : ampoule sous capot abat-jour (sans verre protecteur), verres plats et transparents. **Les lampes à vapeur de mercure sont à proscrire sur l'ensemble des installations, ainsi que les lanternes à verre bombé et les boules** Favoriser les lampes basse consommation fluocompactes, les lampes à vapeur de sodium basse pression… ;

- L'orientation des lampadaires : Adopter une potence qui maintienne le lampadaire à l'horizontale. Choisir des optiques asymétriques qui permettent d'orienter le flux ;

- La densité des lampadaires : Leur nombre doit être adapté aux besoins. Les critères d'uniformité d'éclairement actuellement pratiqués en urbanisme doivent être bannis car ils perturbent fortement l'environnement. Il est important de préserver des corridors écologiques dans le noir.

- Le spectre d'émission : Choisir des lampes émettant préférentiellement dans le jaune pour les espaces ne nécessitant pas la présence de lumière « normale » pour la bonne circulation en milieu urbain. Les spectres d'émissions dans les ultraviolets sont néfastes pour les insectes et la faune nocturne. Il s'agit donc d'un élément à prendre en compte dans le choix du matériel.

- La puissance lumineuse : Réduire la puissance nominale des lampes utilisées (100 W suffisent pour éclairer les voiries, 35 à 70 W pour les jardins publics).

➢ **Proposition pour un système de Gestion d'Eclairage**

L'installation de contrôle temporal ou quantitatif peut être appliquée pour diminuer le dérangement des espèces nocturnes et donc diminuer la pollution lumineuse.

L'adaptation de l'éclairage est à intégrer dès la conception du projet. Le coût de cette mesure s'évalue par la différence entre le coût des éclairages initialement prévus et celui de ceux choisis pour la mise en œuvre de cette mesure.

b) Mesure R12 : Canaliser la fréquentation dans les zones à enjeux à proximité des gares

Les réseaux ferrés jouent un rôle majeur dans l'accessibilité régionale. Ils ne peuvent cependant couvrir l'ensemble du territoire et, dès lors que l'on s'éloigne de Paris, les utilisateurs sont conduits, en raison de leur éloignement des gares, à recourir à d'autres modes de transport pour accéder aux gares.

Dans 80% des cas, on se rend à pied aux gares et aux stations de métro ou de tram. Lorsqu'on ne se rend pas à pied à la gare, on utilisera essentiellement voiture ou autobus en fonction de leur commodité respective d'usage c'est à dire de l'existence de facilités de stationnement et de lignes d'autobus aux tracés et aux horaires adaptés. Le rabattement en 2 roues reste extrêmement faible : 0,2 % en vélo en petite couronne et 0,6 % en vélo en grande couronne. Quant à l'usage des motos, cyclomoteurs et scooters, il est négligeable.

Les distances moyennes de rabattement en voiture sont relativement courtes (de l'ordre de 3 km) ce qui suggère un départ de la commune où se situe la gare ou d'une commune voisine. Elles sont légèrement plus longues lorsqu'on se déplace à partir de la grande couronne qu'en partant de la petite couronne (Source : http://www.stif.info/IMG/pdf/8.rabattement_rUseau_ferrU.pdf).

Aussi, au vu de ces éléments, la localisation des parcs relais (bus-métro et voiture-métro) ainsi que les routes d'accès à ces sites devront prendre en compte la présence de la forêt de Bondy à proximité de la gare de Clichy-Montfermeil et tenter de limiter les nuisances sonores et l'augmentation de la fréquentation imputable à la gare à proximité de ce site.

La fréquentation en mode doux (piéton et vélos) est également à prendre en compte au niveau des zones naturelles à enjeux. En effet, la traversée de zones implique un dérangement de la faune et/ou une dégradation des milieux si elle n'est pas canalisée. Les espaces naturels comme la forêt de Bondy ont susceptibles de subir une augmentation de la fréquentation, par la création de nouveaux itinéraires pour rejoindre les gares de la ligne. Il conviendra alors de créer des aménagements discrets dans le but de canaliser la fréquentation comme une matérialisation végétale des chemins (haies plantées d'espèces locales et adaptées) ou la pose de graviers ou copeaux de bois. L'avantage de la matérialisation est de canaliser les promeneurs sur le sentier choisi, ce qui permet d'éviter la création intempestive de faux-sentiers. Des panneaux informatifs peuvent être également implantés, pour dissuader le piétinement et autres dégradations ainsi que pour sensibiliser aux richesses écologiques présentes.

Coût :

Chemin piétonnier stabilisé (graviers calcaires concassés) : 25 à 50 € par mètre linéaire

Haie buissonnante : 8 à 30 € par mètre linéaire

c) Mesure R13 : Entretien des sites naturels après remise en état

Cette mesure concerne les habitats et les habitats d'espèce à l'intérieur des emprises chantier.

➢ **Gestion des zones enherbées et des prairies par fauche**

Sur les zones de prairie dégradées, il s'agira de modifier les actions d'entretien et de gestion des strates végétales.

L'utilisation de barre de coupe est conseillée. Les faucheuses rotatives et faucheuses-conditionneuses ont un impact beaucoup plus important sur la faune.

La fauche annuelle tardive aura lieu, après le développement et la reproduction des orthoptères, soit en fin d'été.

Préconisations

Fauche centrifuge (du centre vers la périphérie)

Fauche nocturne proscrite

Mise en place de barres d'effarouchements sur le matériel

Hauteur de coupe à définir selon la zone traitée, avec au préalable une petite étude de la qualité de la végétation

évacuation du produit de fauche

Conservation de bandes (d'au moins 3 m) ou de surfaces non fauchées tournantes. La surface de ces zones non fauchées est définie en fonction des espèces de faune ou de flore à favoriser.

Laisser les graines aller à maturité et tomber au sol afin de produire un sursemis naturel, d'augmenter le taux de couverture végétale ainsi que de créer une banque de semences dans le sol.

d) Mesure R14 : Lutte contre les pollutions accidentelles en phase exploitation

Cette mesure est commune à la mesure présentée dans la partie 5 relative aux eaux superficielles

6.1.2.3 Effets résiduels

Tableau 6.1-8 : Effets résiduels en phase exploitation après l'application des mesures d'accompagnement

Eléments du projet	Impacts possibles	Détails	Milieux / Espèces concernés	Surface concernée[9]	Mesures	Impacts résiduels
Gare	Dérangement en phase exploitation Dégradation des habitats en phase exploitation	Il s'agit du risque d'augmenter la fréquentation des milieux naturels à proximité immédiate des gares, suite à l'arrivée du métro. Cette augmentation de la fréquentation peut avoir deux conséquences : une augmentation du dérangement et/ou une dégradation de l'habitat des espèces (piétinement accru…). Deux secteurs sont en interaction avec des zones à enjeu écologique : Au niveau de Sevran-Livry ; Au niveau de Clichy-Montfermeil.	Toutes espèces de faune mais particulièrement les oiseaux d'intérêt communautaire (Pic mar et Pic noir) de la Forêt de Bondy.	Forêt de Bondy	R11, R12	Faible
				Sevran-Livry	R11, R14	
				Autres gares du projet	R11, R14	
Gares et ouvrages annexes	Modification de l'occupation du sol	Ce sont les gares et ouvrages annexes, réalisés en tranchée couverte, qui sont concernés par cet effet indirect. Deux secteurs sont implantés en milieux naturels : Au niveau du Montguichet ; Au niveaux des canaux de Chelles et l'Ourcq.	Quelques centaines de mètres carrés d'emprise permanente sur un secteur de friche	Montguichet	R13	Faible
			Proximité immédiate des berges du canal, berges artificialisées et contexte péri-urbain	Canal de l'Ourcq et Canal de Chelles		
Tunnel et Ouvrages annexes	Pollution accidentelle ou pollution diffuse	Le risque de pollution est non négligeable en phase exploitation même si c'est la phase chantier qui reste la plus sensible sur ce point.	Habitats aquatiques et espèces inféodées à ces milieux	Environ 30 km de tunnel	R14	Faible

Au vu des effets résiduels faibles en phase exploitation, la mise en place de mesure de compensation n'apparaît pas nécessaire.

[9] *Evaluation basée sur les données fournies en janvier 2014.*

6.1.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

Tableau 6.1-9 : Synthèse des mesures d'évitement et de réduction proposées (phase travaux et phase exploitation) et estimations des coûts associés

Numéro	Intitulé	Coût de la mesure et commentaires
Mesures d'évitement		
MS01	Adaptation du projet aux enjeux écologiques	A intégrer dans le programme de conception Coût de la mesure égal à la différence entre le programme intégrant la mesure et le programme initial
MS02	Ne pas modifier l'alimentation en eau des secteurs à enjeux	A intégrer dans le programme de conception Coût de la mesure égal à la différence entre le programme intégrant la mesure et le programme initial
Mesures en phase travaux		
R01	Limitation 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 - Piquets : 15 à 30 € les 10 (un piquet tous les 3-4 mètres environ) <u>Coût des clôtures</u> : - clôtures standard grande faune : de 35 à 50 € le mètre linéaire - clôtures à mailles fines pour petite faune : 15 à 20 € par mètre linéaire
R02	Adapter le calendrier des travaux	Pas de coût associé. Etape intégrée à la mission du maître d'œuvre lors de la planification du chantier
R03	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
R04	Management environnemental de la phase travaux	A intégrer dans le programme de travaux
R05	Réaliser des caches de substitution pour la petite faune	Gîtes à Hérisson : de 80 à 140 euros l'unité Plaque à reptiles : 5€ / m²
R06	Rendre la zone de travaux peu attractive	A intégrer dans le programme de travaux
R07	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
R08	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.
R09	Limiter les perturbations sonores	Non quantifiable, à intégrer au programme et au cahier des charges des travaux

Numéro	Intitulé	Coût de la mesure et commentaires
R10	Remise en état du sol après travaux	Reprise de terre végétale stockée : de 3 à 5 € par m^3 Apport de terre végétale : de 10 à 18 € par m^3 Remodelage, talutage : 4 à 6 euros par m^3 Reconstitution de la ripisylve : 8 euros le m^2 Plantations : dépendant des essences sélectionnées
A01	Mise en place d'un programme de responsabilité environnementale	Non quantifiable, à intégrer dans le programme de travaux.
SO1	Suivi écologique du chantier	<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
S02	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
S03	Formation obligatoire du personnel de chantier	A intégrer à la mission du Coordinateur environnemental
S04	Suivi écologique des sites à enjeux	<u>Coût indicatif pour 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 <u>Coût du suivi hydraulique et hydrogéologique :</u> 1 passage pour relevé chaque mois : 700 € / jour
S05	Suivre scientifiquement l'efficience des mesures et l'évolution de la biodiversité	A déterminer ultérieurement
Mesures en phase exploitation		
R11	Recommandations générales sur l'éclairage des implantations en surface	A intégrer dès le programme de conception du projet
R12	Canaliser la fréquentation dans les zones à enjeux à proximité des gares	Chemin piétonnier stabilisé (graviers calcaires concassés) : 25 à 50 € par mètre linéaire Haie buissonnante : 8 à 30 € par mètre linéaire
R13	Entretien des sites naturels après remise en état	Coût à déterminer en fonction des surfaces concernées
R14	Lutte contre les pollutions accidentelles en phase exploitation	

6.2 Services écosystémiques

Consacrés en 2005 par l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire[10] (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. 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.

A noter que la méthodologie employée ici est détaillée dans la partie 10.5 du présent rapport.

[10] *Millennium Ecosystem Assessment, 2005.* Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. *Island Press, Washington, DC.*

6.2.1 Identification des services écosystémiques

Dans le cadre de cette étude, 15 services écosystémiques ont été identifiés dans le périmètre d'étude. Les définitions précises de ces services sont détaillées dans le chapitre 10.5.

☞ Cette liste ne prétend pas être exhaustive car certains services sont parfois difficiles à qualifier ou sont parfois même contestés.

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 6.2-1 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).

Tableau 6.2-1 : 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.

	Services écosystémiques	Définition
	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.
	Paysage	Aménités apportées aux êtres humains en améliorant leur cadre de vie.
SOCIO-CULTUREL	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.

Tableau 6.2-2 : 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 spécialisé	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	■		■	■	■							■				

6.2.2 Analyse des services rendus par la biodiversité au sein du fuseau d'étude

6.2.2.1 Présentation des milieux (semi)naturels et des services écosystémiques associés au projet

a) Présentation des milieux (semi)naturels et des enjeux associés au sein du fuseau d'étude

Figure 6.2-2 : Typologie d'occupation du sol par sous-catégories retenue pour l'étude des services écosystémiques

A l'échelle du fuseau d'étude, les milieux (semi)naturels représentent une superficie totale de **735,7 ha** (Tableau 6.2-4) soit environ 20 % de la superficie totale du tronçon (Figure 6.2-1a). Ce dernier est donc particulièrement urbanisé.

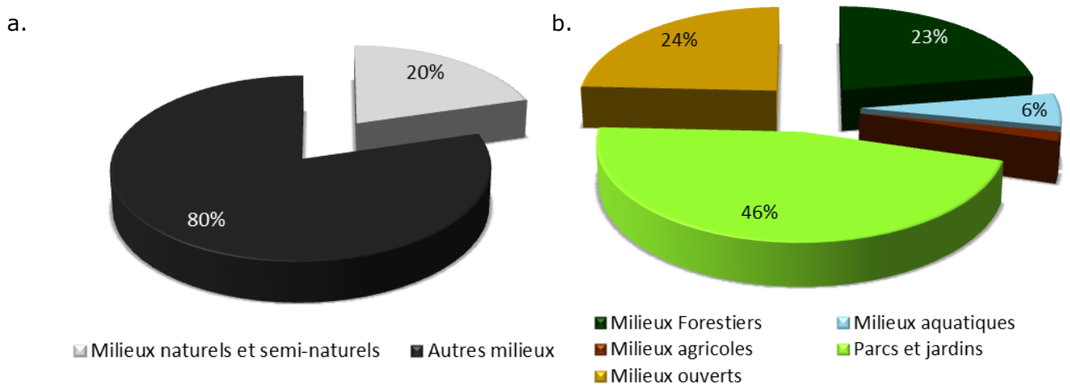


Figure 6.2-1 : Proportions de milieux (semi)naturels au sein du fuseau d'étude

Les milieux (semi)naturels se répartissent globalement selon un gradient Est/Ouest au niveau du fuseau d'étude. Alors que la partie Ouest du fuseau, comprise entre les futures gares de Saint-Denis-Pleyel et Aulnay, est très urbanisée, la partie Est, comprise entre les futures gares d'Aulnay et de Noisy-Champs, l'est dans une moindre mesure. Les milieux (semi)naturels sont alors principalement localisés dans cette deuxième partie du fuseau.

Malgré un contexte urbain marqué, les **parcs et jardins**, milieux (semi)naturels les plus représentés (Figure 6.2-1b), s'étendent sur une surface de plus de 320 ha au sein du fuseau d'étude (Tableau 6.2-2). Sur la partie Ouest du fuseau, les parcs urbains sont peu nombreux et peu étendus : le parc Jean Duclos au niveau de la future gare de Blanc-Mesnil et le parc Robert Ballanger au niveau de la future gare d'Aulnay en sont les plus importants. Sur la partie Est du fuseau, les parcs, plus nombreux et plus étendus, sont pour partie des entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » : le parc départemental du Sausset et la Forêt régionale de Bondy. Plus au Sud, d'autres parcs sont également présents avec notamment le parc de la Butte Verte et d'autres espaces verts d'envergure moindre et associés à des complexes sportifs ou à des bâtiments publics/habitations.

Les **milieux ouverts** se répartissent sur l'ensemble du fuseau. Ils correspondent principalement à des terrains vacants répartis dans le tissu urbain, notamment dans la partie Ouest du fuseau d'étude. D'autres sont associées aux parcs et espaces boisés constituants les grandes entités (semi)naturels du fuseau d'étude avec notamment la forêt régionale de Bondy. Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) « Côte de Beauzet et carrières Saint-Pierre » et « Carrière du Moulin de Montfermeil », comprises entre les futures gares de Clichy-Montfermeil et Chelles, sont également constitués de nombreux milieux ouverts.

Tableau 6.2-3 : Milieux (semi)naturels recensés sur le fuseau

Catégories	*Surface (ha)*	*Sous-catégories*	*Surface (ha)*
Milieux forestiers	**165,3**	Espaces boisés	164,7
		Plantations	0,6
Milieux aquatiques	**41,1**	Zone humide	1,9
		Eau	29,8
		Plan d'eau	9,4
Milieux agricoles	**11,0**	Cultures	0,6
		Cultures intensives	1,2
		Cultures spécialisées	1,0
		Jardins familiaux	6,9
		Vergers	1,3
Milieux ouverts	**178,6**	Friche	8,8
		Prairie	35,8
		Vacant rural	59,9
		Terrain vacant	74,1
Parcs et jardins	**339,7**	Jardins	16,5
		Parcs urbains	323,2

Les **milieux forestiers** se concentrent principalement dans la partie Est du fuseau et représentent près d'un quart de la superficie des milieux (semi)naturels. La forêt régionale de Bondy constitue l'espace boisé du fuseau le plus étendu. Les autres milieux forestiers sont majoritairement associés aux grands parcs urbains présentés. La ZNIEFF « Côte de Beauzet et carrières Saint-Pierre » est également le support d'étendues forestières importantes au niveau du fuseau.

Les **milieux aquatiques** sont majoritairement représentés par les cours d'eaux qui traversent le fuseau d'étude : le canal de l'Ourcq au niveau de Sevran-Livry, la Marne et le canal de Chelles entre Chelles et Noisy-Champs, le canal Saint-Denis entre Saint-Denis et La Courneuve. Des plans d'eau sont également disséminés notamment dans la partie Est du fuseau d'étude, majoritairement au sein des parcs urbains. Les plus étendus sont associés au parc départemental du Sausset.

Les **milieux agricoles** ne sont que peu très représentés au niveau du fuseau d'étude. Ils correspondent à de petites parcelles principalement localisées dans la commune de Chelles. Quelques vergers sont ponctuellement présents ainsi que six jardins familiaux. A noter que les terres agricoles mises en évidence par le MOS et localisées à Montguichet[11] ont, depuis 2008 (date de mise à jour du MOS), évolué en jachères. Elles sont donc associées aux vacants ruraux (milieux ouverts) dans les résultats qui suivent.

[11] *Ces terrains, d'une superficie totale d'environ 40 ha, disposent d'un zonage foncier de type PRIF (Périmètre Régionale d'Intervention Foncière)*

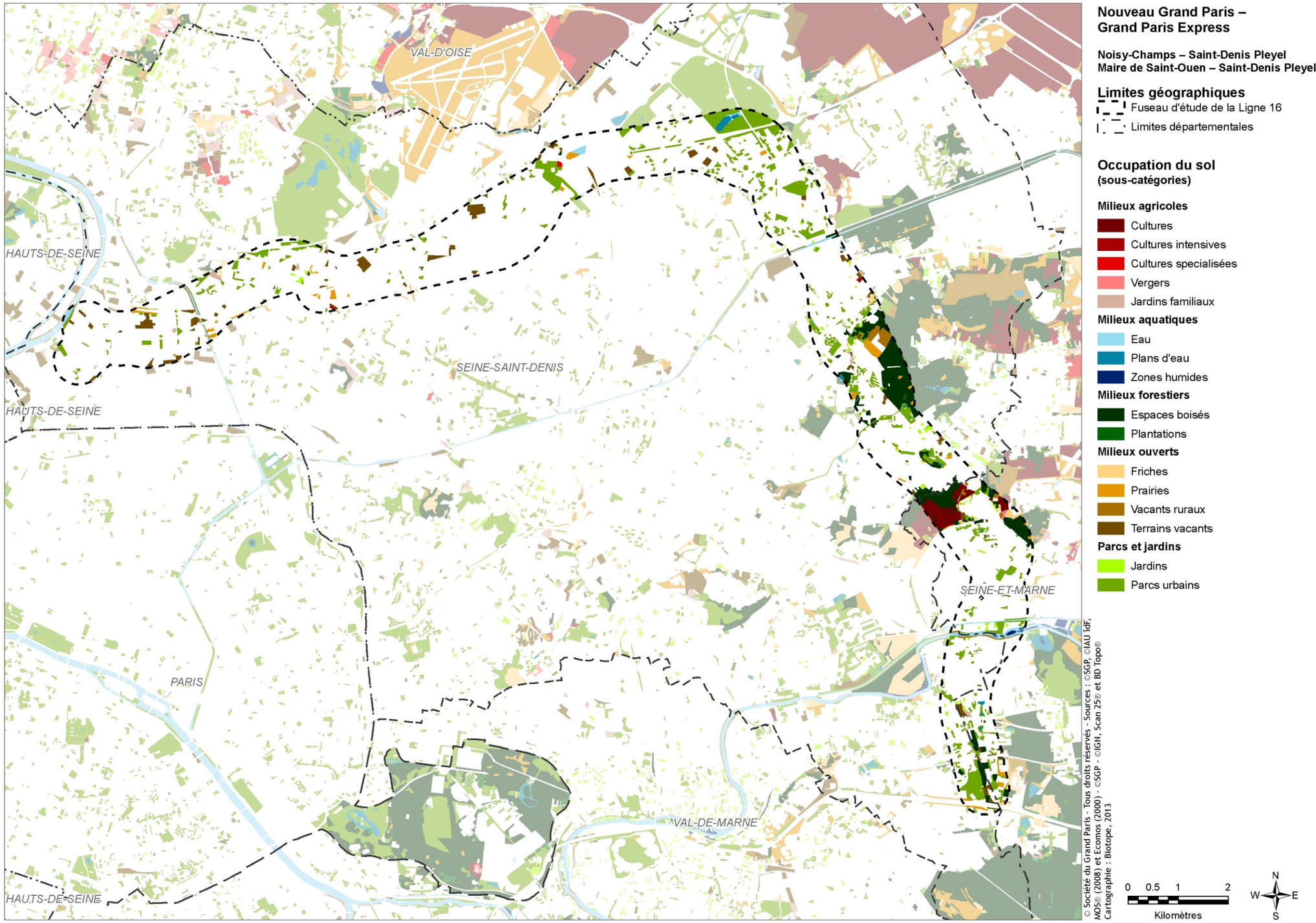


Figure 6.2-2 : Typologie d'occupation du sol par sous-catégories retenue pour l'étude des services écosystémiques

b) Présentation des services écosystémiques et des enjeux associés au sein du projet

Figure 6.2-3 : Services écosystémiques rendus par les milieux dans le fuseau d'étude

Les milieux (semi)naturels présentés précédemment sont à l'origine de plusieurs services écosystémiques rendus dans le fuseau d'étude. Comme explicité dans la méthodologie et à l'échelle du projet, 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.

Tableau 6.2-3 : 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						0,6	1,2	1,0		1,3						
	Cueillette terrestre									6,9							
	Récolte de bois	0	0														
REGULATION	Ecrêtement des crues			1,4		0								0,2	0,2	1,5	4,0
	Soutien d'étiage			1,9	19,9	9,4											
	Autoépuration de l'eau			1,9	19,9	9,4											
	Purification de la qualité de l'air	164,7	0,6	1,9							1,3	16,5	323,2				
	Régulation du climat global	164,7	0,6								1,3		323,2				
	Régulation du climat local	164,7	0,6								1,3	16,5	323,2				
	Contribution à la pollinisation											16,5	323,2	8,8	35,8	74,1	59,9
SOCIO-CULTUREL	Paysage	164,7	0,6	1,9	29,8	9,4	0,6	1,2	1,0	6,9	1,3	16,5	323,2	8,8	35,8	74,1	59,9
	Chasse	0		0	0	0											
	Pêche de loisir			0	29,8	0											
	Sports de nature	164,7		1,9	29,8	9,4							323,2	8,8	35,8	74,1	59,9
	Tourisme et loisirs de nature	164,7		1,9	29,8	9,4							323,2				

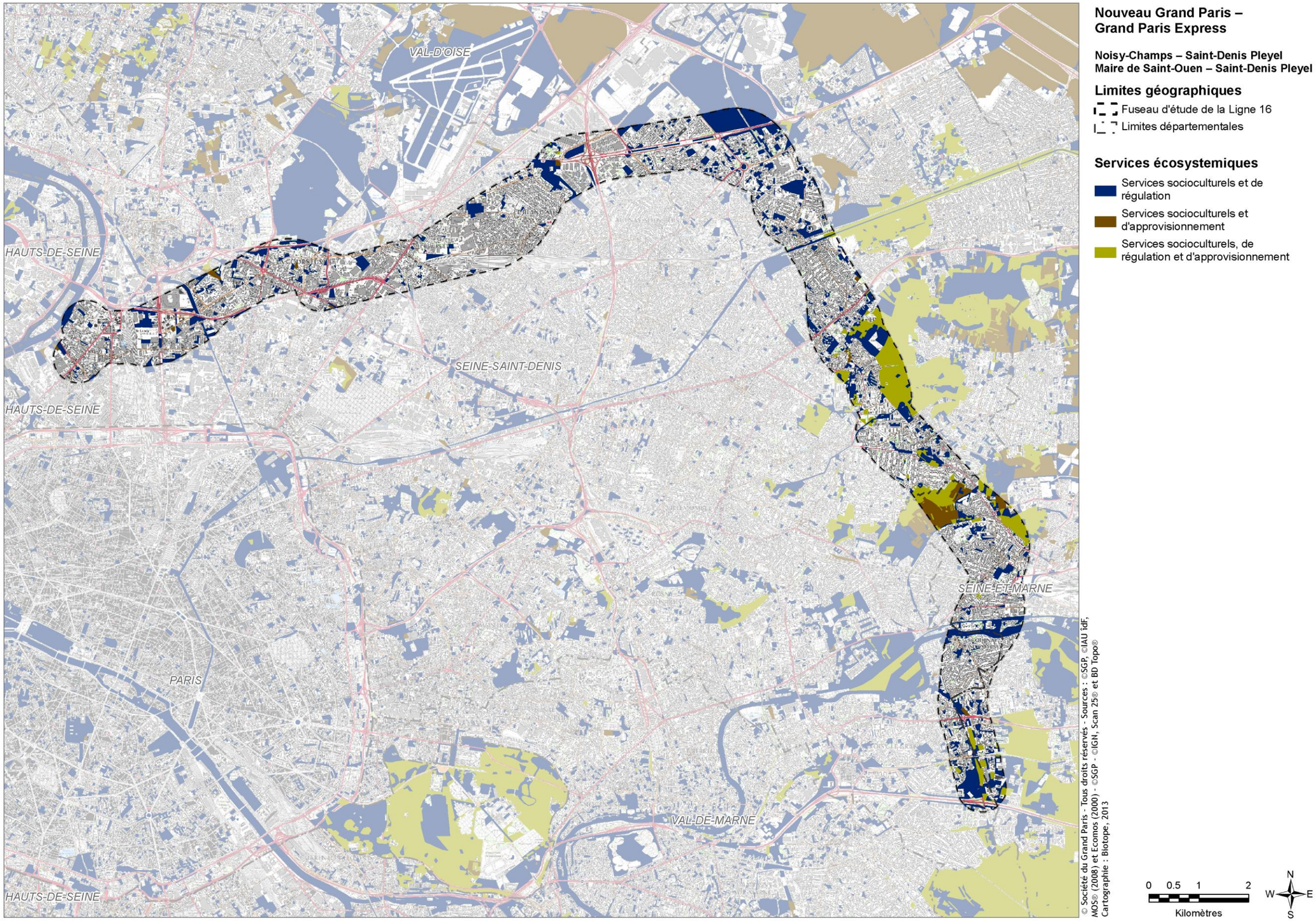


Figure 6.2-3 : Services écosystémiques rendus par les milieux du fuseau d'étude du projet

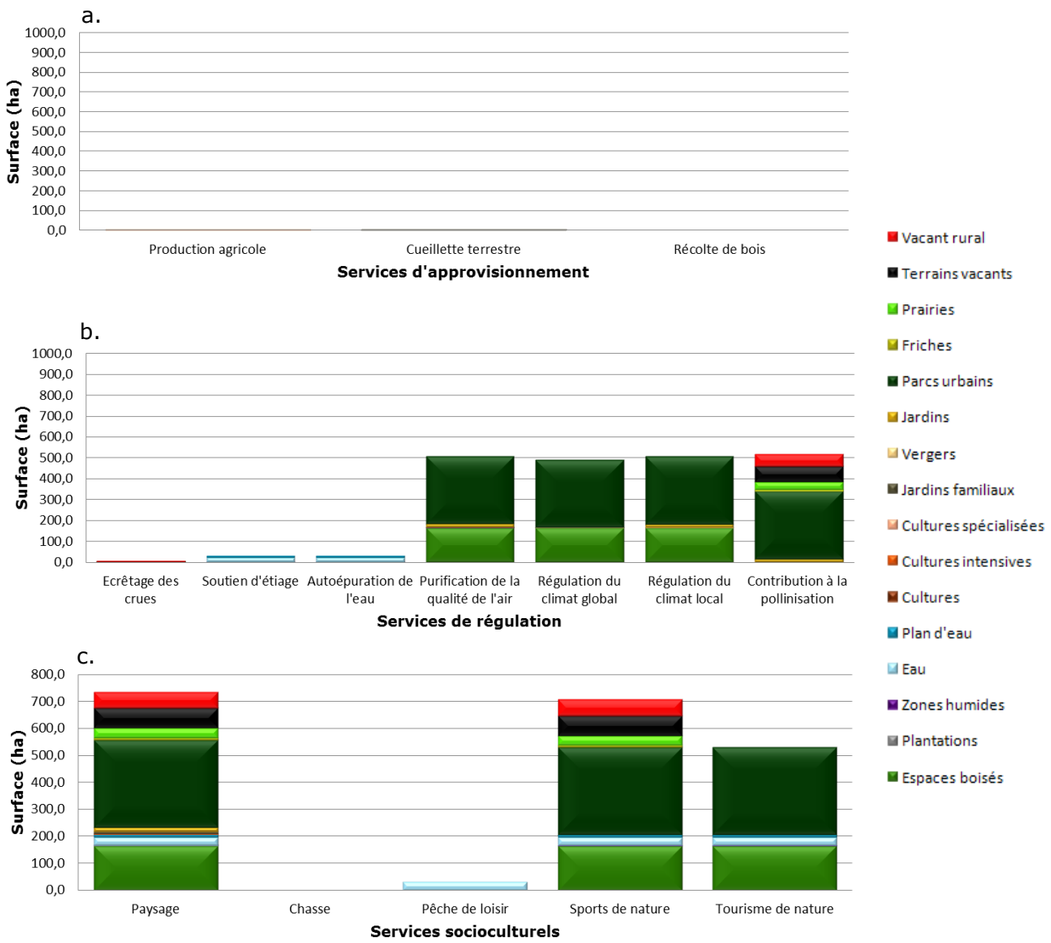


Figure 6.2-4 : Services Surfaces en hectare relatives aux services d'approvisionnement (a), de régulation (b) et socioculturels (c) fournis par les différents milieux (semi)naturels au sein du projet

La fourniture de **services d'approvisionnement** par les milieux (semi)naturels est très limitée au sein du fuseau (Figure 6.2-4). Une majorité des parcelles agricoles identifiées par l'analyse de l'occupation du sol ont été associées à la catégorie des vacants ruraux car elles ne sont plus cultivées à l'heure actuelle (Montguichet en jachère depuis 2008 et parcelle localisée à Chelles probablement en jachère d'après photo-interpétation). Une parcelle à vocation agricole de type grandes cultures a été identifié à Chelles. Sur la base du RPG 2010, cette parcelle serait à l'origine d'une production moyenne de 155 quintaux de Colza. L'ensemble des vergers compris dans le fuseau d'étude sont localisés dans la commune de Chelles. La production fruitière est d'environ 185 quintaux. En ce qui concerne les parcelles de cultures intensives (sous serre), deux parcelles sont identifiées dans les communes de La Courneuve et Livry-Gargan. Néanmoins, les SAA de Seine-Saint-Denis indiquent l'absence de production maraichère sous serre. Ces parcelles sont donc probablement orientée vers la production de fleurs. Par souci de précaution vis-à-vis des hypothèses avancées concernant la parcelle de culture spécialisée (horticulture ou maraîchage de plein air) de la commune du Blanc-Mesnil, l'analyse d'une production maraîchère a également été réalisée. Dans le cas d'une parcelle tournée vers le maraîchage, la production de légumes au sein du fuseau s'élèverait à environ 225 quintaux. Enfin, bien que représenté sur une faible superficie, le service de cueillette terrestre rendu par les jardins familiaux est à souligner. Au nombre de six répartis sur les communes de Saint-Ouen, Saint-Denis, La Courneuve, Clichy-sous-Bois et Champs-sur-Marne, ces jardins familiaux jouent un rôle social indéniable et sont un support de sensibilisation au lien existant 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 milieu au sein du fuseau.

Les milieux aquatiques, en particulier les plans d'eau participent aux **services de régulation** de soutien d'étiage et d'autoépuration des eaux. Ces milieux participent également, conjointement avec les milieux ouverts, au service d'écrêtement des crues lorsqu'ils sont localisés en zone inondable[12]. Ainsi, 7.3 ha des milieux (semi)naturels assurent le stockage de 120 000 m^3 d'eau en cas de crue[13]. Les parcs et espaces boisés participent, quant-à-eux à l'amélioration du cadre de vie des citoyens par une purification de l'air et une 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 les milieux limitrophes.

L'ensemble de ces milieux contribuent à favoriser le bien-être humain en fournissant un certain nombre de **services socioculturels**. Propices à la pratique d'activités sportives et touristiques de plein air, ils représentent des lieux de détente. Ils sont également considérés comme de véritables « cœurs verts » en contexte urbain contribuant ainsi à l'embellissement du paysage. Les cours d'eau et canaux sont des supports à l'activité de pêche de loisir (notamment pêche de cyprinidés). Dans le département de Seine-Saint-Denis, cette activité est encadrée par la fédération interdépartementale de pêche des départements de Paris (75), Hauts-de-Seine (92), Seine-Saint-Denis (93) et Val-de-Marne (94) et plus particulièrement par les Associations Agrégées de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques (AAPPMA) « Des Canaux et de la Seine » pour le canal Saint-Denis et le canal de l'Ourcq, « Le Gardon Sevranais » pour le Canal de l'Ourcq et « La Brème des Transports » pour la Marne. Dans le département de Seine-et-Marne, cette activité est encadrée par la fédération départementale de pêche de Seine-et-Marne (77) et plus particulièrement par les AAPPMA « La Goujonette de Chelles » et « La Noquette de Vaires-Noisiel-Brou-Chantereine » pour La Marne et le canal de Chelles. Les autres milieux aquatiques (plans d'eau localisés dans les parcs urbains) ne sont pas utilisés pour la pratique de la pêche. Enfin, l'activité de chasse est encadrée par la fédération interdépartementale des chasseurs de Paris, des Hauts-de-Seine, de Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne ainsi que par la fédération départementale des chasseurs de Seine-et-Marne. Seules des battues administratives peuvent avoir lieu au sein du fuseau d'étude, activité qui s'éloigne du service de chasse de loisir.

Les parcs urbains et les milieux boisés sont les milieux (semi)naturels les plus représentés au sein du fuseau d'étude (66% des milieux (semi)naturels). Dans un contexte urbain particulièrement dense, ces milieux constituent de véritables « poumons » en ville, tant pour leur fonctions régulatrices (climat local, carbone, épuration des eaux, soutien d'étiage) que pour les activités sociales qu'ils génèrent. Les principaux enjeux se concentrent donc au niveau des services socioculturels et de régulation fournis pas ces milieux.

[12] Les zones inondables sont définies grâce au Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI) d'Ile-de-France.
[13] Pour rappel, les surfaces des milieux (semi)naturels participant au service d'écrêtement des crues et immergés lors de la crue de 1910 sont multipliées par les hauteurs d'eau observées lors de cette même crue.

6.2.2.2 Milieux (semi)naturels et services écosystémiques impactés par le projet

a) Milieux (semi)naturels impactés par le projet selon le tracé de référence

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 mois 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 (Figure 6.2-5a).

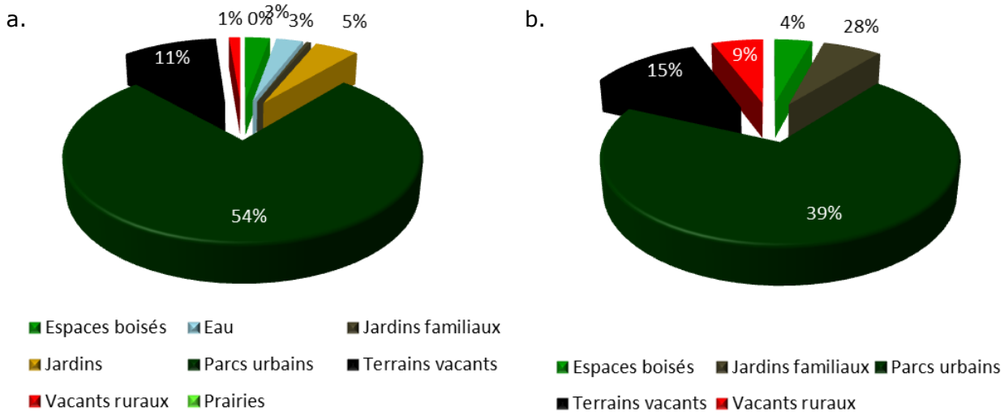


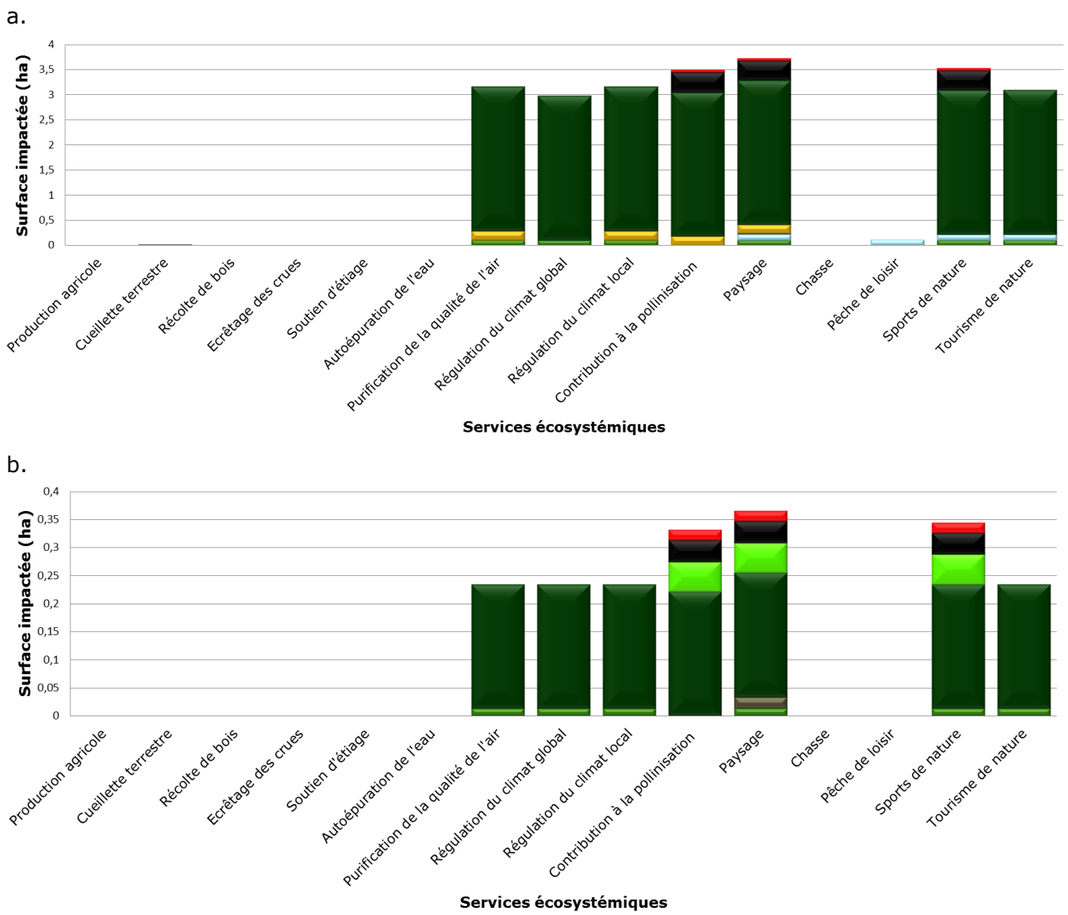
Figure 6.2-5 : Proportions des milieux (semi)naturels impactés lors de la phase chantier (figure a) et exploitation (figure b) selon le choix du tracé de référence

En **phase d'exploitation** et pour le tracé de référence, moins de 1 % des milieux (semi)naturels du fuseau d'étude pourraient être impactée par le projet. Les milieux majoritairement impactés correspondent également à des parcs urbains mais les surfaces considérées sont nettement moindres qu'en phase chantier (Figure 6.2-5b).

b) Services écosystémiques impactés par le projet

Durant la **phase chantier** et pour le tracé de référence, les services socioculturels et de régulation fournis par les parcs urbains sont les plus impactés (Figure 6.2-6a). Ces impacts conduisent à une diminution des surfaces propices à la pratique d'activités sportives et de plein air ainsi qu'à une diminution des surfaces améliorant le cadre de vie des citoyens par une purification de l'air et une régulation du climat local et global. Néanmoins, cette dégradation s'élève à moins de 5 % de la surface totale de parc urbain disponible par les citoyens. Par ailleurs, la dégradation des services associés ne sera que temporaire si des mesures de restauration des milieux (semi)naturels impactés sont mises en place suite aux travaux de construction du métro. Les services d'approvisionnement fournis par les jardins familiaux ainsi que le service de production agricole ne sont pas impactés par le projet. Ils ne sont donc pas traités dans ce chapitre, de même que le service de récolte de bois qui n'est pas fourni par les milieux recensés sur le fuseau d'étude.

Lors de la **phase d'exploitation** et pour le tracé de référence, les mêmes services sont impactés mais dans une moindre mesure.



Pour plus de lisibilité, l'échelle des ordonnées des deux graphiques diffère.
Pour la légende, se référer à la figure 6.2-7

Figure 6.2-6 : Surfaces relatives aux services écosystémiques impactés lors de la phase chantier (a) et exploitation (b) selon le tracé de référence

6.2.3 Services de régulation, impacts et quantification

Seuls les services de purification de la qualité de l'air, de régulation du climat et de contribution à la pollinisation seront impactés par le projet. Toutefois, parmi ces services, seul le service de régulation du climat global a pu être quantifié, faute de données disponibles pour les autres. Seul ce service est donc détaillé dans ce paragraphe.

Au sein du fuseau d'étude, les espaces boisés sont principalement représentés par la forêt régionale de Bondy, la Plaine de Montguichet, le parc départemental du Sausset ainsi que des parcs urbains. Dans les résultats qui suivent, un coefficient de recouvrement arboré de 30% a été appliqué dans le cas des parcs urbains non renseignés par l'IFN. **L'ensemble des milieux du fuseau d'étude participent au stockage d'environ 65 500 t de CO_2** (Tableau 6.2-4).

Tableau 6.2-4 : Calcul du stockage de CO_2 par les milieux forestiers situés sur le projet

Essence	Surface (ha)	Biomasse sur pied (m^3)	Densité	Quantité de bois (t)	Quantité de carbone (t)	Quantité de CO_2 (t)
Bouleau	3,7	718	650	598	284	1 050
Châtaignier	18,4	3 206	620	2 544	1 208	4 471
Chêne	175,2	18 223	690	16 095	7 645	28 286
Frêne	58,1	2 509	690	2 216	1 053	3 895
Hêtre	11,5	239	710	217	103	381
Orme	10,1	685	680	596	283	1 048
Peuplier tremble	10,1	685	510	447	212	786
Pin	11,2	480	530	325	154	572
Autres	53,4	5 628	700	5 043	2 395	8 863
Milieux hors IFN	280,2					16 190
TOTAL	536,5					**65 540**

Les impacts liés au projet sont faibles en phase chantier et négligeables en phase d'exploitation. En effet, l'impact sur le stockage de CO_2 est toujours inférieur à 1 % du carbone stocké par l'ensemble des milieux arborés présents sur le fuseau d'étude.

6.2.4 Services socioculturels, impacts et quantification

6.2.4.1 Services socioculturels de chasse et de pêche

Les milieux aquatiques les plus impactés par le projet du Grand Paris Express concernent principalement le canal de l'Ourcq (phase chantier liée à la construction de la gare de Sevran-Livry). La pratique de la pêche est y largement répandue : 490 personnes possèdent une carte de pêche dont 450 adultes et 40 enfants.

En phase chantier, la portion du canal impactée sera interdite d'accès au public et l'activité de pêche y sera temporairement impraticable. Néanmoins, la surface considérée par rapport à la surface totale du canal ainsi que des données de fréquentation obtenues à l'échelle du canal ne permettent pas de quantifier de manière précise l'impact des travaux sur ce service.

De plus, un phénomène de report vers les portions du canal non impactées par ce projet est probable. **L'impact temporaire sur le service de pêche peut donc être considéré comme faible**.

6.2.4.2 Services socioculturels rendus par les parcs et les milieux boisés

Figure 6.2-7 : Carte des densités en espaces verts des communes traversés par le fuseau

Approche par des indicateurs de fréquentation

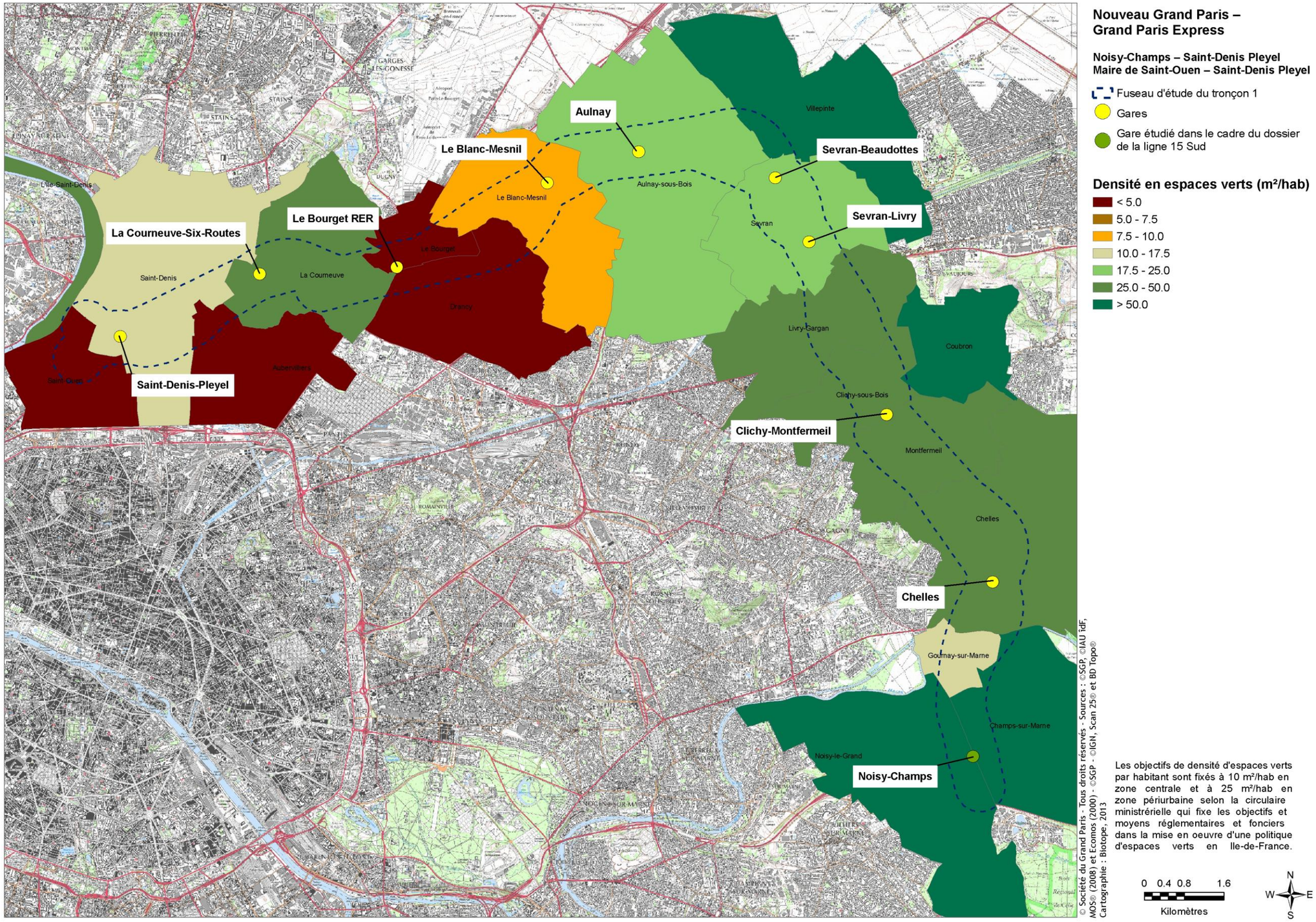
Certaines grandes entités du fuseau d'étude ont été soumises à des études de fréquentation dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous. L'essentiel des informations proviennent de l'étude d'incidence de la ZPS[14] « Sites de Seine-Saint-Denis ».

Tableau 6.2-5 : Indicateurs de fréquentation et accessibilités des grandes entités naturels et semi-naturels du fuseau d'étude

Entités (semi)naturelles	Superficie totale de l'entité (ha)	Indicateurs de fréquentation		Accessibilité avant le projet de métro du Grand Paris Express
		Fréquentation (Nb de visiteurs/an)	Pression de fréquentation moyenne (Nb de visiteurs/ha/jour)	
Parc départemental du Sausset	187	912 000	14	Bonne
Parc forestier de la Poudrerie et Bois de la Tussion	144 (119 ouverts au public)	1 000 000	23	Bonne
Forêt régionale de Bondy	230	< 1 000 000	12	Mal desservie

X : Absence de données.

[14] *Les informations extraites de l'étude d'incidence de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » sont elles-mêmes extraites d'études commanditées par le Conseil Général de Seine-Saint-Denis, de consultations et du site internet de l'AEV Ile-de-France.*



Nouveau Grand Paris – Grand Paris Express

Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel
Maire de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel

- Fuseau d'étude du tronçon 1
- Gares
- Gare étudié dans le cadre du dossier de la ligne 15 Sud

Densité en espaces verts (m²/hab)

- < 5.0
- 5.0 - 7.5
- 7.5 - 10.0
- 10.0 - 17.5
- 17.5 - 25.0
- 25.0 - 50.0
- > 50.0

© Société du Grand Paris - Tous droits réservés - Sources : ©SGP, ©IAU îdF, MOS© (2008) et Ecomos (2000) - ©SGP - ©IGN, Scan 25® et BD Topo®
Cartographie : Biotope, 2013

Les objectifs de densité d'espaces verts par habitant sont fixés à 10 m²/hab en zone centrale et à 25 m²/hab en zone périurbaine selon la circulaire ministérielle qui fixe les objectifs et moyens réglementaires et fonciers dans la mise en oeuvre d'une politique d'espaces verts en Ile-de-France.

0 0.4 0.8 1.6
Kilomètres

N
W E
S

Figure 6.2-75 : Carte des densités en espaces verts des communes traversés par le fuseau

Les parcs urbains et milieux boisés dispensent des aménités aux citoyens en améliorant leur cadre de vie et en procurant des lieux de détente, de promenade, de pratiques sportives, etc. Les chiffres de fréquentation présentés dans le tableau ci-dessus témoignent de l'importance de ces milieux pour la population locale. Pourtant, les parcs urbains et milieux boisés du fuseau d'étude ne sont pas toujours bien desservis par les transports en commun existant. Une amélioration de l'accessibilité des milieux par l'implantation des gares du Grand Paris Express pourraient favoriser ces services. C'est notamment le cas de **la forêt de régional de Bondy**. En effet, celle-ci est actuellement mal desservie par les transports en commun. Elle est principalement fréquentée par des habitants du voisinage (moins de 5 km) venant surtout à pied (31 %), et de plus en plus en véhicule individuel (65 %). Seul 2 % des visiteurs utilisent les transports en commun pour y accéder (ONF, 1992). **La création de la gare de « Clichy-Montfermeil » améliorera l'accessibilité de cette forêt**. Néanmoins, l'amélioration de son accessibilité ne se traduira pas nécessairement pas une augmentation de sa fréquentation car, du fait de la faible superficie de la forêt de Bondy et de sa forte fréquentation, elle est soumise à la concurrence de forêts plus éloignées mais beaucoup plus grandes (Montmorency, Ferrières, Notre Dame, Sénart, voire Fontainebleau).

A contrario, l'éloignement des gares de Chelles et de Noisy-Champs vis-à-vis du parc de la Haute Ile est trop important pour que cela puisse améliorer l'accessibilité de ce parc. Le parc du Sausset est, quant à lui, d'ores et déjà facilement accessible en son centre par la gare du RER B « Villepinte » ainsi que par les gares de « Sevran-Beaudottes » et de « Villepinte Parc des expositions ». La fréquentation de ce site ne devait donc par évoluer avec la construction du métro. Enfin, la future gare de « Sevran-Livry » étant en correspondance avec la gare du RER B existante, l'accessibilité du parc forestier de la Poudrerie ne devrait pas être favorisée.

Bien que l'amélioration de l'accessibilité à des parcs urbains favorise les services socioculturels par une amélioration de l'offre en espaces de détente aux citadins, les pressions exercées sur les milieux ne doivent pas être écartées. C'est pourquoi, comme il a été souligné dans l'étude d'incidence Natura 2000 du projet de Grand Paris Express sur la Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis », le schéma de mobilité, les dispositifs de rabattement et de transport de surface devront prendre compte la problématique de la fréquentation et des dérangements potentiels sur les espèces d'intérêt communautaire.

Approche par l'étude de la densité d'espaces verts communale

Les services socioculturels fournis par les parcs urbains peuvent être évalués à travers l'estimation de la **densité d'espaces verts communale** par habitant avant, durant la phase de construction du métro et en phase d'exploitation. Les résultats concernant le tracé de référence sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.2-64 : Densité d'espaces verts par commune et par habitant intersectés par le projet, en situation actuelle et avec projet

Communes	*Densité d'espaces verts par habitant et variation de densité d'espaces verts par habitant*			*Gare Grand Paris Express*
	Surface Actuelle (m²/hab)	**Variation en phase chantier (%)**	**Variation en phase d'exploitation (%)**	
Aubervilliers	**3,4**	**-**	**-**	
Aulnay-sous-Bois	**21,3**	< 5 %	< 1 %	Aulnay
Champs-sur-Marne	**132,9**	-	-	
Chelles	**33,5**	< 5 %	< 1 %	Chelles
Clichy-sous-Bois	**49,7**	< 5 %	< 1 %	Clichy-Montfermeil
Coubron	**398,8**	-	-	
Drancy	**4,4**	-	-	Le Bourget RER
Gournay-sur-Marne	**17,0**	< 5 %	< 1 %	
La Courneuve	**45,5**	-	-	La Courneuve « Six routes »
L'Ile-Saint-Denis	**34,1**	-	-	
Le Blanc-Mesnil	**9,2**	< 5 %	-	Le Blanc Mesnil
Le Bourget	**3,5**	-	-	Le Bourget RER
Livry-Gargan	**25,4**	< 5 %	< 1 %	
Montfermeil	**29,3**	< 5 %	-	Clichy-Montfermeil
Noisy-le-Grand*	**55,0**	-	-	Noisy-Champs
Saint-Denis	**11,0**	< 5 %	< 1 %	Saint-Denis-Pleyel
Saint-Ouen	**2,7**	-	-	Mairie de Saint-Ouen
Sevran	**24,7**	< 5 %	-	Sevran-Livry, Sevran-Beaudottes
Villepinte	**75,3**	-	-	

Les communes déficitaires en espaces verts avant-projet sont surlignées en orange.
** Les résultats présentés dans ce tableau ne tiennent pas compte des emprises temporaires et permanentes liées à la gare de Noisy-Champ puisque cette gare a été traitée dans l'étude d'impact de la Ligne 15 Sud.*

Les communes du fuseau d'étude sont globalement bien pourvues en espaces verts. Toutefois cinq d'entre elles, Aubervilliers, Drancy, Le Blanc-Mesnil, Le Bourget et Saint-Ouen sont déficitaires en espaces verts (densité inférieure à 10m²/hab). Dix communes ont une densité d'espaces verts supérieure à 25 m²/hab. De telles densités s'expliquent par une localisation des communes relativement éloignées de Paris ainsi que par la présence de nombreux espaces verts de très grandes superficies (parc départemental du Sausset, forêt régionale de Bondy, parc départemental de la Haute Ile, etc.).

En **phase chantier** et selon le tracé de référence, aucune diminution significative de la densité d'espaces verts n'est observée sur l'ensemble du projet (la diminution de la densité d'espaces verts est toujours nettement inférieure à 5 %). **L'impact de l'emprise chantier du projet sur les espaces verts est donc négligeable.**

En **phase d'exploitation**, aucune diminution significative de la densité d'espaces verts n'est observée sur l'ensemble du projet sous réserve du réaménagement des zones dégradées durant la phase chantier. **L'impact de l'emprise permanente du projet sur les espaces verts devrait donc être négligeable.**

Soulignons par ailleurs que l'implantation de certaines gares devrait être accompagnée par l'aménagement d'espaces verts. En particulier, les communes du Bourget et du Blanc-Mesnil, actuellement déficitaires en espaces verts, verront probablement leur densité en espaces verts légèrement augmenter à la suite de la phase de travaux. Néanmoins, il n'est, à ce stade de l'étude, pas envisageable de quantifier le gain issu de tels aménagements.

6.2.5 Mesures en phases chantier et exploitation

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 :

- Adapter les rabattements de nappe pour qu'ils n'aient aucune incidence sur les milieux humides et aquatiques ;
- Limiter l'emprise du chantier ;
- Limiter les perturbations sonores ;
- Mettre en place un plan de lutte contre les pollutions accidentelles ;
- Conserver des lisières boisées homogènes ;
- Intégrer les ouvrages dans le paysage ;
- Assurer le reboisement des milieux défrichés lors des travaux.

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.

6.2.6 Conclusion

Sur l'ensemble du fuseau d'étude, les milieux (semi)naturels représentent environ 20 % de la superficie totale, soit 735,7 ha, le reste étant occupé par des zones urbanisées.

La nature en milieu urbain joue de multiples rôles. Refuges pour un grand nombre d'espèces, ces écosystèmes constituent des espaces relais, du point de vue de la fonctionnalité des trames vertes et bleues. Ils contribuent par ailleurs à l'abaissement de la température, de l'évapotranspiration, atténue les îlots de chaleur urbains, permettent des économies d'énergie, la séquestration du carbone, la dépollution de l'air et la réduction des niveaux sonores. Enfin, ces espaces participent à un ensemble d'aménités et de services socioculturels (la détente, la découverte de la nature, les activités ludiques et sportives...) témoignant de la richesse de leurs valeurs sociales et favorisant convivialité et mixité sociale. Les multiples enquêtes de satisfaction et d'attentes en matière de nature en ville et de sensibilité à l'égard du vivant témoignent d'ailleurs très clairement de ce désir de nature en ville.

Les travaux présentés ici soulignent un **impact relativement faible du projet** sur les milieux recensés au sein du fuseau d'étude et donc **sur les services écosystémiques**.

Les services d'approvisionnement (production agricole et cueillette terrestre dans les jardins familiaux) ne seront pas affectés. Toutefois, la localisation d'un ouvrage à proximité immédiate d'un jardin familial localisé sur la commune de Clichy-sous-Bois pourrait subir des dégradations. Bien que ces dernières apparaissent à ce stade relativement limitées, il convient de souligner l'importance de ces jardins pour la population locale, en témoigne l'importance des listes d'attente. En cas d'expropriation ou de cession amiable, dans le cadre d'une opération déclarée d'utilité publique, de terrains exploités comme jardins familiaux, l'expropriant est tenu, si la demande lui en est faite par les associations de jardins familiaux ou les exploitants évincés membres de ces associations, de mettre à la disposition de ces associations ou jardiniers évincés « *des terrains équivalents en surface et en équipements* » (art. L. 563-1 du code rural). Un principe de rétablissement est donc prévu. Concernant les services de régulation (régulation du climat global), seuls des effets marginaux ont été révélés par cette étude. Néanmoins, l'étude des services liés à la présence des zones humides n'a pu être réalisée par manque de donnée. Les incertitudes sur l'évolution de la fonctionnalité de ces zones doivent donc être soulignées.

Parmi les milieux (semi)naturels recensés dans le cadre de cette étude, les parcs urbains dominent et sont de fait les plus impactés par le projet en phases travaux et exploitation. Cependant, l'étude réalisée ici indique des niveaux d'impact relativement faibles et temporaires sur ces milieux.

Les 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 de métro du Grand Paris Express 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**.

6.3 Evaluation des incidences au titre de Natura 2000 – Zone de Protection Spéciale « Sites de Seine-Saint-Denis »

6.3.1 Incidences envisageables en phase chantier

Le projet ne prévoit pas d'implantation d'ouvrage, de gare ou de base de chantier sur les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis ». Il n'y a donc pas d'incidence directe, temporaire ou permanente, par effet d'emprise.

Les incidences envisageables en phase chantier sont :

Tableau 6.3-1 : Incidences envisageables en phase chantier sur les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » traitées

Incidences envisageables	Type	Espèces potentiellement concernées
Incidence par la modification du réseau hydrique des habitats d'espèces Il s'agit du risque, lors des pompage nécessaires pour la réalisation des gares en tranchée couverte, de modifier l'alimentation des zones humides, voire, dans le cas extrême, de les assécher.	Incidence indirecte, temporaire ou permanente	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Butor étoilé, Sterne pierregarin
Incidence par des pollutions diverses des habitats d'espèces Il s'agit d'un risque de pollutions par des produits toxiques, de traitements, des hydrocarbures du matériel et des engins et de l'accumulation de poussières sur les habitats d'espèces.	Incidence indirecte, temporaire	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar, Butor étoilé, Pie grièche écorcheur, Sterne pierregarin
Incidence par dérangement en phase travaux En période de reproduction pour le Blongios nain, le Martin pêcheur d'Europe, le Pic noir et le Pic mar En halte migratoire/hivernage pour le Butor étoilé et la Pie grièche écorcheur Il s'agit d'un dérangement sur certaines espèces sensibles engendré par le bruit et les mouvements d'engins et de personnes, par l'activité d'extraction et le transport des matériaux.	Incidence directe, temporaire	Blongios nain, Martin pêcheur d'Europe, Pic noir, Pic mar, Butor étoilé, Pie grièche écorcheur, Sterne pierregarin

Seule la modification du réseau hydrique est détaillée dans la partie suivante. Les incidences par pollution et par dérangement en phase chantier sont traitées en détail dans la partie « milieux naturels ».

6.3.1.1 Modification du réseau hydrique

a) Principes généraux

Les cours d'eau et plans d'eau des entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » sont alimentés en totalité ou en partie par les eaux souterraines. Les modifications du réseau hydrique se traduisent par des variations des baisses du niveau d'eau dans les plans d'eau, voire, le cas extrême, leur assèchement.

Les travaux en tranchée couverte (gares, ouvrages annexes) peuvent nécessiter l'abaissement de la piézométrie sur l'ensemble de la zone de travail. Les opérations susceptibles de modifier le réseau hydrique sont les suivantes :

Préparation du chantier :

- Essais de pompage pour comprendre le fonctionnement hydrogéologique local et dimensionner certains ouvrages ;
- Sondages, forages : la réalisation de ces ouvrages est susceptible, selon leur profondeur de créer des liaisons hydrauliques entre nappe pouvant modifier la circulation de l'eau et, donc, la piézométrie ;

Chantier lui-même :

- Travail en tranchée couverte pouvant entrainer un rabattement de nappe avec pose de dispositifs de limitation (de type paroi moulée) : il s'agit d'abaisser localement et artificiellement le niveau piézométrique par pompage pour dénoyer une zone de travail. La zone de pompage est réduite par la mise en œuvre d'obstacles à l'écoulement qui créent une sorte de casier latéralement étanche qui est vidé. Les effets du rabattement sont réduits géographiquement mais des obstacles à l'écoulement sont mis en place.

b) Parc de la Poudrerie

Les plans d'eau de ce parc ne sont pas alimentés directement par les eaux souterraines. L'eau provient essentiellement des eaux pluviales.

Par ailleurs, la configuration topographique, la présence du Canal de l'Ourcq dans une tranchée de 10 m de profondeur au droit du parc, conduit à une disjonction entre la nappe concernée par le chantier et la nappe superficielle présente au droit du parc. De plus, il n'y a pas de proximité géographique immédiate du parc avec l'infrastructure.

La phase chantier n'a pas d'incidence sur le réseau hydrique du Parc de la Poudrerie.

c) Forêt de Bondy

Les plans d'eau de ce parc ne sont pas alimentés directement par les eaux souterraines. L'eau provient essentiellement des eaux pluviales, dont une grande partie est collectée par le réseau présent dans la zone urbanisée du plateau des communes de Clichy-sous-Bois et Montfermeil.

Par ailleurs, la configuration topographique, la butte de l'Aulnoye, conduit à une absence de nappe souterraine significative au droit du site. La nappe existe dans les niveaux inférieurs de la butte mais elle est drainée au niveau des versants.

La phase chantier n'a pas d'incidence sur le réseau hydrique de la Forêt de Bondy.

d) Parc 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.

Le réseau projeté se trouve au sud et à l'est du parc et des plans d'eau. La nappe de l'Eocène inférieur et moyen s'écoulant dans le sens nord-sud, le projet se trouve en aval hydraulique, les perturbations de l'écoulement au droit du forage sont donc considérées comme négligeables.

Pour **la nappe de l'Eocène supérieur** (nappe superficielle), les plans d'eau concernés se trouvent dans ou à proximité immédiate de l'ancienne vallée de la Molette (cf. carte géologique). Le sens des écoulements de cette nappe sont orientés nord-est/sud-ouest, avec une faible incidence de la vallée de la Molette.

Le projet coupe cette vallée en amont de ces plans d'eau, au niveau de la gare du Bourget RER.

Cette gare et l'arrière-gare attenante, comprenant notamment un ouvrage d'entonnement, seront réalisées en tranchée couverte avec isolement hydraulique de la tranchée au moyen de parois moulées. La profondeur des parois moulées est prévue au niveau géologique du toit des Marnes et Caillasses, niveau présentant une perméabilité plus faible. La perméabilité des parois elles-mêmes est déjà très faible à cause de leur rôle structurel de mur porteur. Le fond de l'excavation sera injecté pour deux fonctions : réduire très fortement la perméabilité et constituer la base structurelle de l'ouvrage. De telle sorte, l'excavation sera isolée dans une boîte à très faible perméabilité, voire étanche.

Parmi les plans d'eau du Parc Georges Valbon :

- le bassin de la Molette est d'une **sensibilité extrême aux rabattements de nappe** ;

- **L'Etang du Vallon écologique** a une profondeur maximale dépassant légèrement le mètre. Ce plan d'eau est **extrêmement sensible à tout pompage de la nappe, compte tenu de sa faible profondeur ;**

- **L'Etang des Brouillards** a une profondeur maximale de 1,50 m environ et présente de nombreuses zones peu profondes. **Ce plan d'eau est donc extrêmement sensible à tout pompage de la nappe**.

Une exigence de performance sur la perméabilité de la paroi moulée et du fond injecté est d'autant plus nécessaire que ces éléments constituent la structure externe de l'ouvrage. Cette exigence conduit à des incidences extérieures de la boîte nulles au droit du parc.

En tout état de cause, l'incidence est considérée comme non significative dans ces conditions.

Des modélisations seront réalisées, une fois les données projet précisées, afin de déterminer précisément l'influence de pompage sur ces plans d'eau et de confirmer ce postulat.

e) Parc du Sausset

L'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 et de bouchons injectés à haute performance de perméabilité (recherche de l'étanchéité) lors des réalisations en tranchée couverte, l'incidence potentielle du projet est considéré comme faible.

La phase travaux du projet n'aura pas d'incidence sur les niveaux d'eau des plans d'eau du Parc du Sausset.

f) Parc de la Haute Ile

Ce site est bordé par la Marne et le canal de Chelles.

La gare la plus proche de ce site est la gare de Chelles. Cette gare, d'une profondeur de 29 m, sera réalisée en tranchée couverte **avec l'utilisation de parois moulées.** La modélisation a permis de démontrer que l'incidence du rabattement avec cette technique est **non significative**.

La phase travaux n'aura donc pas d'incidence sur les niveaux d'eau des plans d'eau du parc de la Haute Ile, ni sur le niveau d'eau de la Marne ou du canal de Chelles qui bordent ce site.

g) Temporalité de l'incidence

Ces incidences sont théoriquement temporaires, le rabattement de nappe étant réversible : à l'arrêt du pompage, la nappe remonte et reprend sa piézométrie d'origine (à conditions hydrologiques identiques).

Il n'est cependant pas exclu que la piézométrie future ne soit pas rigoureusement identique à celle d'origine. L'absence d'eau dans la zone dénoyée par le rabattement peut conduire à l'obstruction de circuits d'écoulement : développement de la végétation en surface, colmatage d'interstices, travaux. Le niveau d'eau pourrait être abaissé faiblement pour ces raisons, surtout si le dénoiement est long (plusieurs mois). L'incidence de la baisse de niveau d'eau résiduelle pourrait devenir permanente. Il est cependant très difficile de la quantifier, d'autant plus qu'elle est incertaine.

La réalisation de l'infrastructure, en particulier de la gare du Bourget RER B en tranchée couverte, est également susceptible d'avoir une incidence permanente résiduelle. En effet, la permanence du tunnel et du corps des gares maintiendra une perturbation des écoulements souterrains.

L'effet barrage associé à cette présence permanente est très faible : en effet à cet endroit, l'axe du tunnel est parallèle à l'axe principal d'écoulement général de la nappe. Cet effet barrage est donc très faible.

La mise en œuvre des ouvrages annexes à l'infrastructure que sont les puits d'aération et les accès secours est susceptible d'avoir des incidences permanentes. En effet, cette mise en œuvre nécessite de perturber un espace du sous-sol plus important que celui qui sera réellement occupé par l'ouvrage. La perturbation de cette zone peut entraîner des effets irréversibles : obstruction de circuits d'écoulement en particulier. L'incidence existe donc mais reste à déterminer avec précision.

6.3.2 Mesures

6.3.2.1 Mesures d'évitement

Très tôt dans la conception du projet de métro du Grand Paris Express, les préoccupations environnementales ont été au cœur des débats. Ce projet a d'ailleurs fait l'objet d'une évaluation stratégique environnementale en 2009-2010, ce qui a permis d'identifier très en amont les enjeux environnementaux et notamment ceux liés aux milieux naturels.

Les conclusions de l'évaluation stratégique environnementale soulignent que l'évitement des entités du site Natura 2000 permet d'annihiler la quasi-totalité des incidences. Cette recommandation a été suivie lors de la précision du projet et les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » sont évitées.

Toujours dans cette même optique de prise en compte des impacts environnementaux le plus tôt possible, l'analyse menée dans les études antérieures, en lien avec la conception du projet, **a permis d'écarter les variantes de projet potentiellement impactantes**, notamment :

La réalisation d'une section en tranchée couverte dans le secteur de la RN2 à Aulnay, qui nécessitait un rabattement de nappe conséquent (10 à 15 m, sans paroi moulée), avait des incidences fortes sur les milieux humides du Parc départemental du Sausset ;

Les scénarios, dont le tracé passait à proximité immédiate du parc du Sausset : **L'incidence potentielle du projet** était due à la proximité des ouvrages attenants aux différentes variantes, avec la limite du parc et les zones sensibles. Il existait par exemple une variante qui longeait la limite sud du parc du Sausset et prévoit l'implantation d'un ouvrage annexe au niveau du rond-point du carrefour Jean Monnet. **Compte tenu de cette proximité, tout rabattement de nappe aurait eu une incidence directe sur le niveau de la nappe au droit de l'étang et du marais.** Cette incidence aurait été nettement plus forte sur le Marais du fait de sa faible profondeur ;

Les scénarios prévoyant des travaux en tranchée couverte au sein de la forêt de Bondy et qui impliquaient donc un défrichement.

6.3.2.2 Mesures de réduction spécifiques à la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis »

Les mesures de réduction génériques s'appliquent également pour ces sites. Elles ne sont pas détaillées ici.

a) MR01 – Adapter la période de travaux de construction de la gare et de l'arrière-gare du Bourget RER

A proximité du Parc Georges Valbon, et notamment pour la construction de l'arrière-gare et la gare du Bourget, le choix de la période de basse piézométrie doit être recherché, généralement en septembre-octobre. Cependant, cette période peut être décalée dans le temps en fonction de la météorologie : par exemple, pour la nappe de la craie aux environs de Beauvais, le point bas de la piézométrie a été atteint le 26 décembre 2011. Pour cela, il faut disposer d'information piézométrique.

Au vu des exigences écologiques de l'espèce, il conviendrait de préférer le mois d'octobre, afin que tous les individus aient migrés.

Si des rabattements de nappe sont nécessaires, et qu'il est démontré qu'ils ont une incidence externe à l'emprise délimitée par les parois moulées, ils pourront être privilégiés hors période de reproduction, ce qui limitera la dégradation du milieu des espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire. Cela permettra effectivement à l'ensemble de la flore de terminer son cycle de reproduction et de rentrer en dormance, ce qui facilitera leur survie pendant les travaux et la présence d'une banque de semence abondante pour la reconstitution de la végétation.

Tableau 6.3-2 : Schéma représentant la période de travaux optimale à proximité du Parc Georges Valbon en combinant la période de basse eau et la période de reproduction du Blongios nain

Calendrier civil	Janv	Fév	Mars	Av	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Période de construction de la gare du Bourget RER												

Légende :
période favorable pour les travaux de construction de la gare du Bourget RER
Période moyennement favorable pour les travaux construction de la gare du Bourget RER (hors période de basse eau)
Période défavorable pour les travaux de construction de la gare du Bourget RER

6.3.2.3 Mesures de suivi

a) Mesure S01 - Mettre en place un suivi de chantier environnemental et hydraulique des plans d'eau du Parc Georges Valbon

Le responsable du projet sera accompagné d'un écologue à l'occasion de plusieurs réunions d'information, qui seront organisées au début de la phase de travaux avec les équipes du chantier afin de présenter et de localiser les mesures de précautions et de réductions.

L'écologue assurera un conseil au maître d'ouvrage par rapport aux rabattements de nappes proposées, aux périodes d'intervention…

L'installation de piézomètres pourra être envisagée pour suivre le niveau de la nappe. L'écologue sera chargé de s'assurer que les éventuels pompages restent inférieurs à un seuil de rabattement défini au préalable et de contrôler les effets de ces rabattements sur les milieux naturels.

Il animera si besoin des réunions d'information avec les différents partenaires et se rendra sur le terrain, à une fréquence à déterminer avec le maître d'ouvrage, pour s'assurer du bon déroulement du chantier, notamment lors des rabattements de nappe.

6.3.3 Effets résiduels

Le site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », de par sa configuration et sa localisation, est un site unique. La mosaïque de milieux représentée sur les 15 entités de ce site, et notamment les plans d'eau et leurs milieux associés qui ont joué un rôle central dans le classement, constituent des habitats favorables à la reproduction et à l'hivernage d'espèces d'intérêt communautaire, ayant permis la désignation du site.

L'évaluation stratégique environnementale (ESE) de ce projet, menée en 2009-2010, avait identifié le besoin d'évaluer les incidences de ce métro sur ce site Natura 2000 et avait fourni une pré-analyse. **Deux points de vigilance avaient été mis en avant : l'incidence du métro sur le**

réseau hydrique, et particulièrement sur le maintien des niveaux d'eau, l'un des déterminants de la qualité écologique de ces milieux, et la possible augmentation de la fréquentation liée à l'implantation d'une gare à proximité immédiate d'une entité du site Natura 2000.

Les Etangs des Brouillards et du Vallon écologique (Parc Georges Valbon) sont d'une sensibilité extrême à cause de leur faible profondeur.

A ce stade, **les effets résiduels** du projet sont considérés comme **non significatifs, si les méthodes de construction de la gare du Bourget RER intègrent les recommandations suivantes :**

- Réalisation de la gare et de l'arrière-gare entre octobre et décembre de préférence ;
- Réalisation de la tranchée couverte avec utilisation de paroi moulée ;
- Exigence sur la perméabilité des parois moulées et du bouchon injecté.

6.3.4 Incidences envisageables en phase exploitation

Le projet étant en souterrain et comme aucun ouvrage n'est prévu sur les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis », il n'y a pas de risque de collision avec les espèces d'intérêt communautaire traitées, ni de dérangement lors de l'entretien courant du métro.

La seule incidence potentielle en en phase opérationnelle peut être le dérangement engendré par l'implantation d'une gare nouvelle à proximité immédiate d'une entité (pollution lumineuse, diminution des zones de « calme » …).

En facilitant l'accès des espaces jusque-là peu accessibles en transport en commun ou en en renforçant l'accessibilité, le projet de métro du Grand Paris Express peut avoir une incidence indirecte sur les entités de la ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » du fait d'une augmentation de la fréquentation. Cette dernière se décompose en deux catégories : la fréquentation dite de « proximité », fréquentation journalière par les riverains, et celle « de fin de semaine[15] », qui, comme son nom l'indique, est liée aux pratiques de loisirs réalisées le weekend. Ce phénomène est exacerbé par le fait que le département de Seine-Saint-Denis souffre d'un déficit d'espaces verts.

Dans cette partie, les données de fréquentation du Parc Georges Valbon, du Parc du Sausset, de la Forêt de Bondy et du Parc forestier de la Poudrerie ont été analysées et mises en perspectives avec les estimations de flux voyageurs fournies par la Société du Grand Paris.

a) La fréquentation de « proximité »

En semaine, les parcs sont principalement fréquentés par les riverains, qui viennent à pied, en vélo ou en voiture afin de profiter des aménagements (caniparcs, aires de jeux, parcours santé, pelouses…). Les visites sont assez courtes[16] et les transports en communs peu utilisés.

Lorsque le parc se situe dans un tissu urbain, les riverains peuvent le traverser quotidiennement : soit dans le but de gagner du temps sur son temps de parcours, soit pour profiter d'un cadre plus agréable de marche tout en ayant un temps de trajet inchangé. L'augmentation de la fréquentation de « proximité » des entités correspondrait donc principalement à un afflux supplémentaire de riverains pour un accès quotidien aux transports en commun.

15 Dénomination du rapport de l'IAU, 2009

16 ONF (1992)

Au-delà de 15 min de marche, correspondant à environ 1 km, l'usage du vélo, des transports en commun ou de la voiture est favorisé[17]. Dans la même logique, on estime qu'au-delà de 15 min de vélo, correspondant en moyenne à 3,5 km, la gare n'est plus attractive. La carte VI.4.2-1 présente l'accessibilité théorique des gares du métro Grand Paris Express en prenant en compte ces deux paramètres (15 min de marche et/ou de vélo maximum). Il faut cependant nuancer la distance accessible en 15 min en vélo car il existe bon nombre d'infrastructures de transport de type autoroute, nationale et voie de chemin de fer en Seine-Saint-Denis, ce qui contraint fortement les itinéraires cyclistes, d'où l'accessibilité théorique. Il faut également souligner que, malgré les développements récents, le vélo en banlieue parisienne reste un mode de transport marginal[18].

Par ailleurs, il convient de mentionner que la plupart des parcs de Seine-Saint-Denis ont des horaires d'ouverture[19], qui ne coïncident pas spécifiquement avec l'heure de pointe du matin.

En prenant en compte ces éléments, il semble donc que seule la promenade de la Dhuis puisse être impactée par une augmentation de l'affluence en semaine, et ce hors forêt de Bondy. Cette entité ayant un enjeu écologique faible, la création de la gare de Clichy – Montfermeil aura donc peu d'incidence sur cette promenade.

b) La fréquentation de fin de semaine

La fréquentation « de fin de semaine » s'effectue souvent en famille ou en groupes. Les parcs proposant une diversité d'activités, que seule une grande superficie autorise, ont un attrait plus important pour les sorties du weekend. Le temps de déplacement en transport (voiture, transport en commun) pour rejoindre l'espace vert peut être plus long car le temps passé y est plus important.

Lorsque le parc est éloigné d'une gare, les transports en commun sont peu utilisés pour s'y rendre et la voiture particulière est préférée. Aussi, compte tenu des localisations des gares du métro du Grand Paris Express à proximité du Parc de la Haute Ile (Chelles et Noisy-Champs), il semble peu probable que la fréquentation de cette entité augmente du fait de la venue du métro. L'accessibilité de ce parc se trouvera effectivement inchangée puisque les visiteurs souhaitant s'y rendre en transport en commun devront emprunter un bus aux gares RER. Par ailleurs, ce parc a ouvert au public en février 2008[20], ce qui implique qu'il n'a pas fait l'objet d'une étude de fréquentation quantitative.

Les secteurs potentiellement concernés par l'augmentation de la fréquentation « de fin de semaine » sont donc :

- Parc départemental Georges Valbon,
- Parc départemental du Sausset,
- Forêt régional de Bondy,
- Parc forestier de la Poudrerie.

Les données existantes concernant la fréquentation des entités de la ZPS « Sites de la Seine-Saint-Denis » ne sont pas homogènes, la gestion de ces parcs étant partagée entre l'Agence des Espaces Verts (Forêt de Bondy et Parc de la Poudrerie) et le Département de Seine-Saint-Denis.

Une étude commanditée par le Département a été réalisée par le bureau d'étude SINEQUA (2010) sur le parc du Sausset, le parc Georges Valbon, le parc de l'Ile Saint Denis et le parc Jean Moulin-

17 DREIF, Bres et Mariolle, Gerau Conseil, ProdiG (2007). Potentiel de densification autour des pôles et des axes de transport en commun, Rapport final, Synthèse, 51 p. Disponible en ligne sur http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=1189.

18 Seul 1,9% des actifs utilisent le vélo comme mode de transport. (Source : Insee - SOeS, ENTD 2008)

19 Par exemple, pour la Forêt de Bondy : 8h-18h45 (printemps/été), 8h-17h (hiver), 8h-19h45 (été).

20 http://parcsinfo.seine-saint-denis.fr/spip.php?article36

Les Guilands. Un point important ressort de cette étude : **la majorité des visiteurs de ces parcs (près de 90 %) habitent en Seine-Saint-Denis.**

Pour les deux autres parcs, des données ponctuelles sont présentes dans des rapports ou plans de gestion mais ne sont pas actualisées.

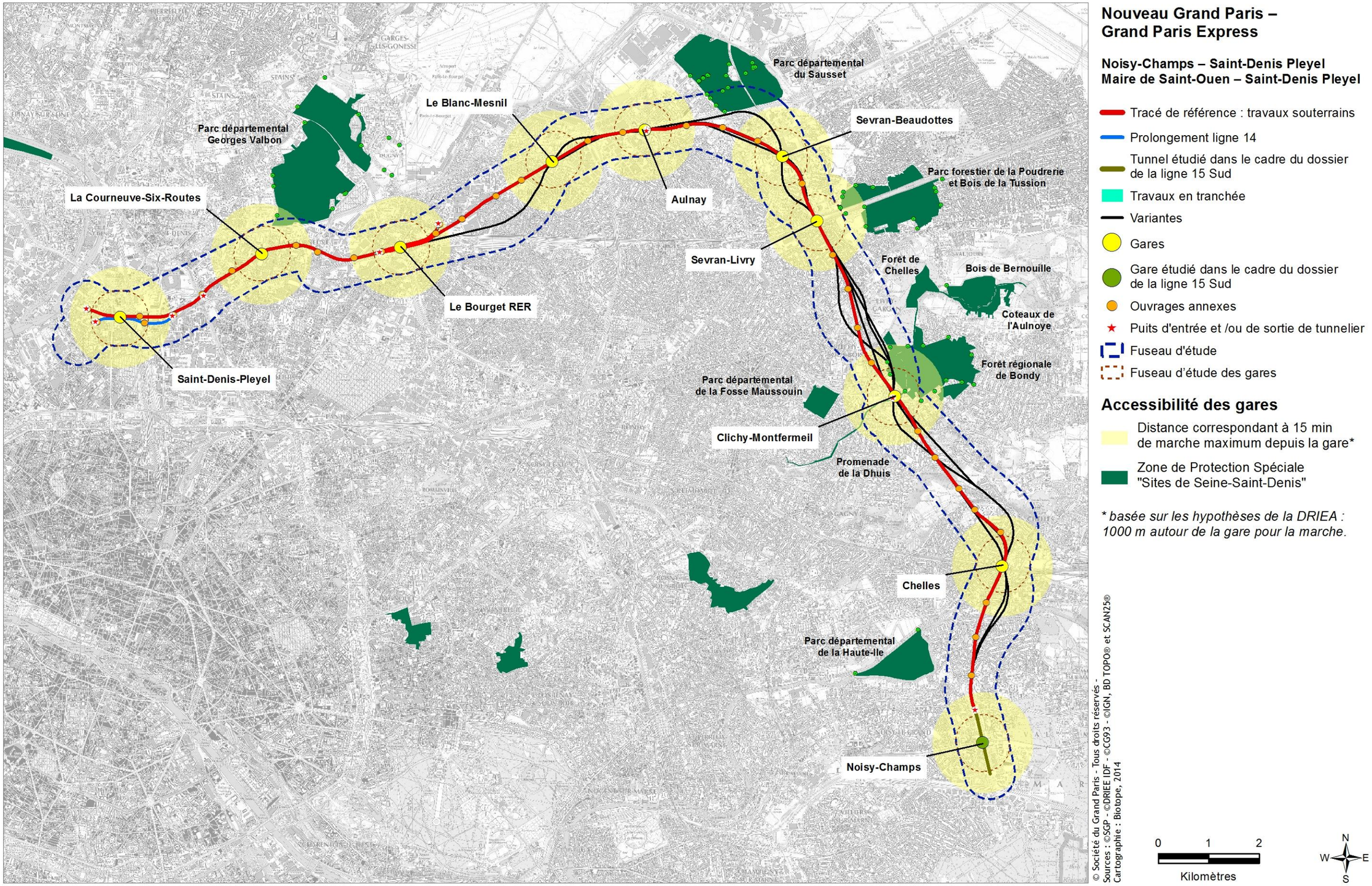


Figure 6.3-1 : Localisation des entités du site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » vis-à-vis des futures gares du projet et indications par rapport à leur accessibilité future

➢ **La fréquentation du Parc Georges Valbon**

Le parc Georges Valbon est la plus grande entité de la ZPS, il accueille environ 2 120 000 visiteurs par an, ce qui en fait le parc le plus fréquenté du département.

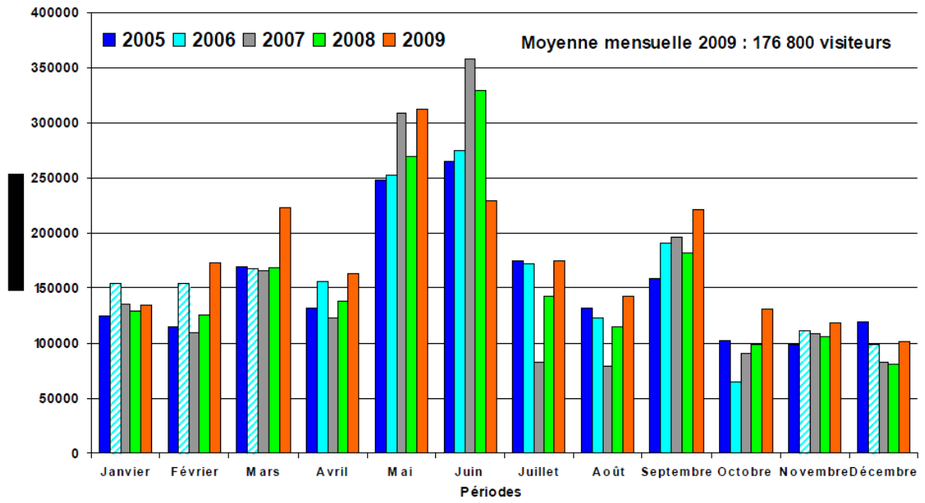


Figure 6.3-2 : Fréquentation mensuelle comparée sur 5 ans sur le Parc Georges Valbon (Extrait de SINEQUA, 2010)

Le nombre de visiteurs au sein du parc est le plus élevé durant les mois de mai et juin, même s'il varie légèrement d'une année à l'autre, probablement à cause des conditions météorologiques. Il faut cependant mettre en relation ces chiffres avec les informations extraites du Document d'Objectifs qui localise les zones les plus fréquentées du parc.

Il s'avère que les secteurs les plus fréquentés par l'activité humaine ne sont pas utilisés par le Blongios nain et la Pie grièche. Seuls les abords du Grand lac qui le sont fortement peuvent être en interaction mais ils constituent un territoire de chasse pour le Blongios nain.

Le Butor étoilé est quant à lui présent sur l'entité à une période de l'année où le nombre de visiteurs est le plus faible, son dérangement est donc faible.

L'implantation de la future gare « la Courneuve – 6 routes » se trouve à l'extrême opposée de ces zones, en interconnexion avec le tramway T1. On peut donc considérer que **le projet n'aura pas d'incidence sur la fréquentation de ce parc le weekend**.

Figure 6.3-3 : Zones à enjeux écologiques et niveau de fréquentation du Parc G. Valbon

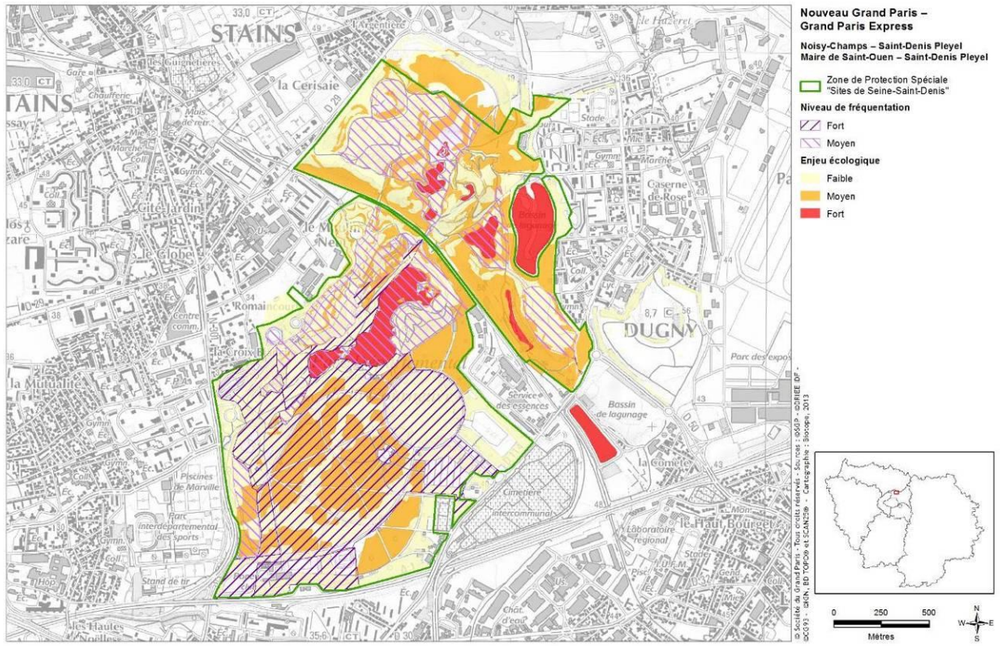
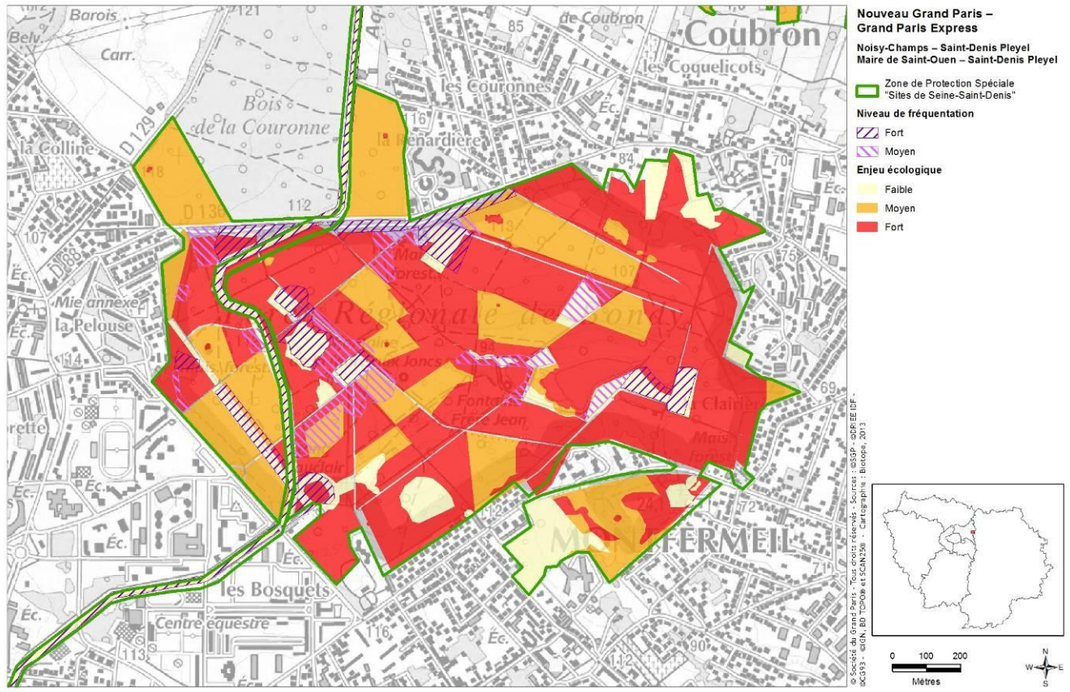


Figure 6.3-4 : Zones à enjeux écologiques et niveau de fréquentation de la Forêt de Bondy



➢ **La fréquentation du parc du Sausset**

Le parc du Sausset est un des parcs majeurs du département en termes d'attractivité, il accueille environ 912 000 visiteurs par an, avec des pics entre mai et août.

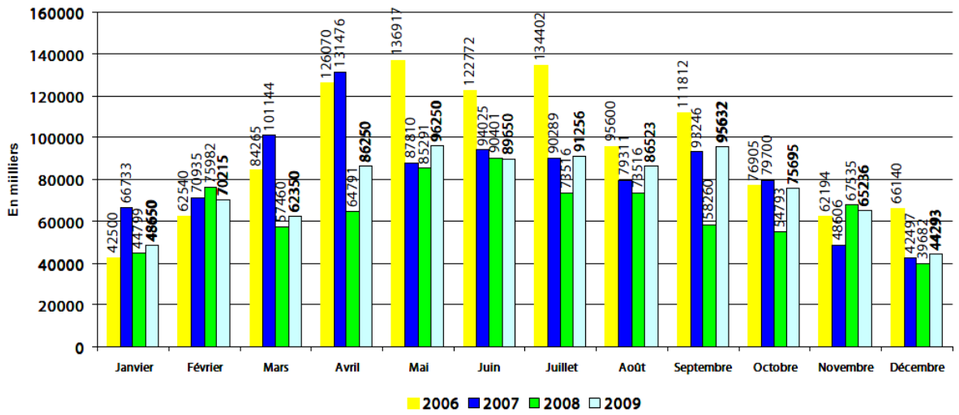


Figure 6.3-5 : Fréquentation mensuelle sur le Parc du Sausset (Extrait de SINEQUA, 2010).

La zone de nidification du Blongios nain est cependant fermée au public. D'après le Document d'objectif, la fréquentation aux abords du marais est moyenne à forte, due en partie à la présence d'un parking et d'une aire de jeux à proximité.

La future gare de « Sevran-Beaudottes » correspond à une gare du RER B existante. Par ailleurs, le parc est déjà facilement accessible, de par la présence d'une gare du RER B (« Villepinte ») en son centre. On peut donc considérer que **l'implantation de cette gare n'aura pas d'incidence sur la fréquentation du site en fin de semaine.**

➢ **La fréquentation du Parc forestier de la Poudrerie**

Le parc forestier de la Poudrerie accueille environ 1 million de visiteurs par an. La fréquentation est forte sur une très grande partie de la forêt. Il est inséré dans un tissu urbain dense qui favorise la fréquentation de « proximité » et est traversé par la ligne B du RER.

La future gare de « Sevran-Livry » est en correspondance avec la gare du RER B existante. L'accessibilité du site ne sera donc pas accrue et on peut considérer que **l'implantation de cette gare n'aura pas d'incidence sur la fréquentation du site**.

➢ **La fréquentation de la forêt régionale de Bondy**

La fréquentation de la forêt de Bondy est supérieure à 1 million de visites par an avec des pics de fréquentation durant les mois de mai, juin, septembre et octobre. Cela en fait l'une des forêts franciliennes les plus fréquentées[21]. Elle est principalement fréquentée par des habitants du voisinage (moins de 5 km) venant surtout à pied (31 %), et de plus en plus en véhicule individuel (65 %). La forêt est bien desservie par le réseau routier, cependant du fait de l'urbanisation dense, les temps de déplacement deviennent rapidement assez longs, ce qui limite son attractivité. Seul 2 % des visiteurs utilisent les transports en commun pour y accéder. Le weekend, la zone drainée par Bondy représentait, au début des années 90, environ 375 000 personnes (ONF, 1992). Les estimations actuelles font état de 10 000 visiteurs/jour en mai et juin, soit 300 000 visiteurs en saison (P. Martin, com. Pers.).

La fréquentation est plus importante à l'ouest de la forêt régionale de Bondy. Les promeneurs choisissent préférentiellement la proximité des pelouses, des aires de jeux et des terrains sportifs. Les plans d'eau sont également un attrait à la ballade. Les zones à fort enjeu écologique, que sont les zones de nidification des pics, sont actuellement peu ou pas fréquentées, de plus une partie est fermée au public.

La création de la gare de « Clichy-Montfermeil » permet d'augmenter l'aire d'attraction de la forêt de Bondy. Le projet pourrait accroitre ce nombre. Cependant, du fait de la faible superficie de la forêt de Bondy et de sa forte fréquentation, elle est soumise à la concurrence de forêts plus éloignées mais beaucoup plus grandes (Montmorency, Ferrières, Notre Dame, Sénart, voire Fontainebleau). La présence de différents sentiers de randonnée pédestre accessible à partir de la future gare de Clichy-Montfermeil par le sentier de la Dhuis pourrait augmenter la fréquentation des zones à enjeux.

Afin de limiter les incidences potentielles, le schéma de mobilité, les dispositifs de rabattement et de transport de surface devront prendre compte la problématique de la fréquentation et des dérangements potentiels sur les espèces d'intérêt communautaire.

A ce jour, les données disponibles ne remettent pas en cause la gare de Clichy-Montfermeil mais la présence du site Natura 2000 contraindra l'aménagement de transport de surface.

c) Synthèse des incidences envisageables en phase exploitation

Tableau 6.3-3 : Synthèse des incidences envisageables en phase exploitation

Entités du site Natura 2000	Dérangement des espèces par augmentation de la fréquentation
Parc Georges Valbon	Pas d'incidence. Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun. Gare à l'opposé des secteurs à enjeux
Parc départemental du Sausset	Pas d'incidence. Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun.
Parc forestier de la Poudrerie	Pas d'incidence. Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun.
Forêt régional de Bondy	Gare à 250 m de l'entrée de la forêt – aménagement de surface à adapter aux enjeux
Parc départemental de la Haute Ile	Pas d'incidence. Pas d'augmentation de l'accessibilité en transport en commun.

[21] *http://www.aev-iledefrance.fr/index.php?option=com_neoland&controller=land&view=land&id=6&Itemid=88*

6.3.5 Mesures en phase exploitation

Seules les mesures spécifiques au site Natura 2000 ZPS « Sites de Seine-Saint-Denis » sont détaillées ci-dessous. Il convient de se référer au volet « Faune-flore – Milieux naturels ».

MR09 - Mettre en place un dispositif de rabattement au niveau de la gare de Clichy-Montfermeil

Les réseaux ferrés jouent un rôle majeur dans l'accessibilité régionale. Ils ne peuvent cependant couvrir l'ensemble du territoire et, dès lors que l'on s'éloigne de Paris, les utilisateurs sont conduits, en raison de leur éloignement des gares, à recourir à d'autres modes de transport pour accéder aux gares.

Dans 80% des cas, on se rend à pied aux gares et aux stations de métro ou de tram. Lorsqu'on ne se rend pas à pied à la gare, on utilisera essentiellement voiture ou autobus en fonction de leur commodité respective d'usage c'est à dire de l'existence de facilités de stationnement et de lignes d'autobus aux tracés et aux horaires adaptés. Le rabattement en 2 roues reste extrêmement faible : 0,2 % en vélo en petite couronne et 0,6 % en vélo en grande couronne. Quant à l'usage des motos, cyclomoteurs et scooters, il est négligeable.

Les distances moyennes de rabattement en voiture sont relativement courtes (de l'ordre de 3 km) ce qui suggère un départ de la commune où se situe la gare ou d'une commune voisine. Elles sont légèrement plus longues lorsqu'on se déplace à partir de la grande couronne qu'en partant de la petite couronne (http://www.stif.info/IMG/pdf/8.rabattement_rUseau_ferrU.pdf).

Aussi, au vu de ces éléments, la localisation des parcs relais (bus-métro et voiture-métro) ainsi que les routes d'accès à ces sites devront prendre en compte la présence de la forêt de Bondy à proximité de la gare de Clichy-Montfermeil et tenter de limiter tant que faire se peut limiter les nuisances sonores et l'augmentation de la fréquentation imputable à la gare à proximité de ce site.

6.3.6 Coûts des mesures proposées

Les estimations présentées dans le tableau ci-dessous sont peu précises à ce stade de définition du projet et ont pour vocation de fournir une première indication au maître d'ouvrage.

Tableau 6.3-4 : Estimations du coût des mesures proposées

N°	Mesures	Coûts (estimation)
MS01	*Adapter la conception du projet aux enjeux Natura 2000*	*Différence tracé de référence S1 et gare de Clichy-Montfermeil en souterrain (25 m) – Solution P1 (S1 et 1200 m en tranchée couverte au niveau de Clichy-Montfermeil) et gare de Clichy-Montfermeil en aérien (12 m) : Entre + 19 560 000 (tranche haute) à +25 000 000 € (tranche basse)* *Différence entre le tracé de référence S1 (tout en souterrain) et le tracé prévoyant une tranchée couverte à Aulnay : entre + 225 000 000 € (tranche basse) à + 246 000 000 €*
MR01	*Plan de lutte contre les pollutions accidentelles*	*Intégré aux obligations des entreprises*
MR02	*Rechercher la plus faible perméabilité pour le paroi moulée et le bouchon injecté*	*Intégré au projet : la paroi moulée et le bouchon injecté ont un rôle structurel de mur porteur et de base de l'ouvrage définitif.*
MR04	*Adapter la période de travaux en fonction des enjeux*	
MR08	*Mettre en place un suivi de chantier environnemental aux abords des entités du site Natura 2000*	*20 000 – 30 000 € suivant la durée du chantier (estimée entre 3 et 5 ans) et pour des visites de terrain uniquement aux abords des entités du site Natura 2000*
MR09	*Mettre en place un dispositif de rabattement au niveau de la gare de Clichy-Montfermeil*	*Sous maîtrise d'ouvrage du STIF*

6.4 Evaluation des incidences au titre de Natura 2000 – Zone Spéciale de Conservation « Bois de Vaires »

6.4.1 Incidences en phase chantier

La ZSC « Bois de Vaires », située à environ 4 km au sud-est du fuseau d'étude, fait l'objet d'une évaluation des incidences au titre de Natura 2000 en raison de l'interaction potentielle du projet au niveau hydrogéologique (même nappe de sub-surface), mise en évidence lors d'études préliminaires (rabattement de nappe sans parois moulées pour une profondeur de la gare de Chelles de 32 m).

Le projet ne prévoit pas d'implantation d'ouvrage, de gare ou de base de chantier sur la ZSC « Bois de Vaires ». Il n'y a donc pas d'incidence directe, temporaire ou permanente, par effet d'emprise.

Compte tenu de la distance par rapport à ce site, les incidences envisageables en phase chantier sont le risque de modification du régime d'alimentation de la zone humide (mégaphorbiaie, habitat d'intérêt communautaire) et/ou des mares à Triton crêté.

Ce site est en interaction hydrogéologique avec le fuseau au niveau de la gare de Chelles. Cette gare, d'une profondeur de 29 m, sera réalisée en tranchée couverte avec paroi moulée.

L'utilisation des parois moulées a un impact hydrogéologique très localisé. Compte tenu de la distance de ce site par rapport à la gare de Chelles, les effets du pompage de vidage de la paroi moulée de la boite gare n'auront pas d'incidence significative sur le réseau hydrique du Bois de Vaires.

La phase chantier n'a pas d'incidence sur le réseau hydrique du Bois de Vaires.

6.4.2 Impacts en phase exploitation

Compte tenu de la distance de ce site par rapport au projet, la phase exploitation du projet n'aura pas d'incidence sur le réseau hydrique du Bois de Vaires, ni sur les habitats des amphibiens et notamment ceux du Triton crêté.

6.4.3 Mesure de suivi

Aucune mesure de suivi n'est nécessaire pour ce site.

6.4.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

Compte tenu de la distance par rapport au projet, du fait qu'aucun ouvrage ne soit prévu sur le site et de l'utilisation de paroi moulée pour la construction de la gare de Chelles, le projet ne porte pas atteinte de façon notable aux objectifs de conservation du site Natura 2000.

6.5 Milieu Agricole

6.5.1 Impacts et mesures en phase chantier

La mise en œuvre du projet étant essentiellement souterraine, l'effet d'emprise est réduit aux ouvrages annexes et aux gares. Par ailleurs, le territoire traversé par le fuseau est dominé par un contexte urbain et péri-urbain.

Seul quatre hectares sont recensés en superficie agricole utilisée d'après le recensement agricole de 2010. Il s'agit du Mont Guichet, situé à cheval entre la Seine-et-Marne (Chelles) et la Seine-Saint-Denis (Gagny et Montfermeil). Il s'agit d'une butte témoin dont les pentes sont coiffées d'une mosaïque d'espaces naturels à dominante agricole et boisée qui subsiste au sein d'une zone très urbanisée. Les terres agricoles sont en majorité en jachère sur ce secteur. Ce site est géré par l'Agence des Espaces Verts (AEV) de la Région Île-de-France et fait l'objet d'un plan de gestion écologique.

Le tracé de référence traverse le site du Montguichet. Un ouvrage annexe est prévu au nord-est du site (moins de 0,5 ha en phase travaux), soit environ 0,5 % de la surface du site (85 ha).

Au vu des informations disponibles, il n'y a pas de parcelles agricoles directement concernées par le tracé. Compte-tenu des faibles surfaces potentiellement concernées par cette thématique sur le fuseau d'étude, l'impact par emprise est considéré comme négligeable et l'impact par pollution est traité dans le volet « faune-flore- milieux naturels ».

L'impact sur les terrains agricoles du Montguichet est considéré comme faible au vu des surfaces impactées.

Au vu de la vocation à dominante écologique du site, les impacts sur le site du Montguichet seront traités dans le volet « faune-flore- milieux naturels ».

6.5.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

Le projet s'inscrit dans un contexte urbanisé où l'agriculture n'est que très faiblement représentée. Pendant la phase d'exploitation aucun effet sur l'agriculture n'est ainsi envisagé.

6.5.3 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

Le tracé de référence traverse le site du Montguichet. Un ouvrage annexe est prévu au nord-est du site (moins de 0,5 ha en phase travaux), soit environ 0,2 % de la surface du site (85 ha).

L'impact sur les terrains agricoles du Montguichet est considéré comme faible au vu des surfaces impactées.

Au vu de la vocation à dominante écologique du site, les impacts sur le site du Montguichet seront traités dans le volet « faune-flore- milieux naturels ».

6.6 Patrimoine protégé

6.6.1 Impacts et mesures en phase chantier

6.6.1.1 Impacts

a) Sites inscrits et classés

Réglementairement, 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 mais hors d'un périmètre, l'impact du projet est analysé au regard des impacts sur le grand paysage.

Le niveau d'impact du projet sur les sites dépend de l'ampleur des menaces que le projet fait peser sur leur intégrité c'est-à-dire le degré d'altération voire la destruction des qualités pour lesquelles ces sites ont été protégés. Pour cette raison, la réglementation interdit les interventions et modifications sur les périmètres des sites classés (sauf autorisation spéciale) et oblige la déclaration préalable des travaux avant intervention sur les périmètres des sites inscrits.

L'évaluation des effets prévisibles du projet sur les sites protégés recensés s'appuie sur plusieurs observations :

- *le niveau de protection du site* (inscrit ou classé) correspond généralement à un niveau d'enjeu différent (identifié dans l'état initial) qui influence le niveau d'impact (le classement étant une protection plus forte que l'inscription) ;
- *le projet d'installation au sein des périmètres d'éléments du tracé de référence* (ou sur les variantes le cas échéant) susceptibles d'engendrer des modifications (tracés en lui-même, gares, ouvrages aériens, site de maintenance, emprise du chantier,...), en prenant en compte leur ampleur, leur caractère pérenne ou temporaire, ... ou tout autre paramètre permettant d'évaluer l'effet visuel ;
- *la nature du site et sa configuration au niveau du projet* (contexte urbain, naturel, boisé topographie locale,...).

La considération de l'ensemble de ces éléments permet d'évaluer les effets du projet qui seront essentiellement visuels et directs. Les menaces 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.

Tableau 6.6-1 : Evaluation des impacts du projet sur les sites protégés

Communes concernées	***Nom***	***Impacts prévisibles***
Sevran	Parc forestier de Sevran et ses abords	**Nuls** Pas d'intervention prévue à l'intérieur du site.
Clichy-sous-Bois	Mairie et parc	

➔ ***Aucun site protégé recensé sur le fuseau d'étude n'est directement impacté par le projet puisqu'aucune intervention en périmètre de site protégé n'est prévue.***

b) Monuments historiques

Le projet fait potentiellement peser deux types de menaces sur les monuments historiques :

- *des menaces sur l'intégrité physique des immeubles protégés*, qui peuvent être de deux types :
  - les monuments historiques peuvent soit être tout ou partie détruits ou modifiés dans les cas où le principe d'évitement n'a pu être appliqué sur des secteurs très contraints ;
  - les phases travaux et exploitation vont générer des vibrations pouvant déstabiliser certains édifices proches des tunnels. L'évaluation des incidences liées aux vibrations sur l'ensemble du bâti existant (y compris les monuments historiques) faisant l'objet d'une étude spécifique présentée dans le chapitre 4 relatif au sous-sol, cette partie ne traitera pas cet aspect en particulier ;
- *des effets visuels portant atteinte à la monumentalité ou à l'identité des édifices protégés* : modification des perspectives, génération de co-visibilités défavorables, changement de l'identité visuelle par l'introduction d'éléments de vocabulaire, de volume, d'époque... différents de l'état actuel.

➔ ***Du fait qu'aucun monument historique inscrit ou classé ne soit concerné directement par le projet, seuls des effets sur le périmètre de protection sont susceptibles d'opérer.***

Le projet étant souterrain sur l'essentiel de son tracé, seules les installations nécessaires à la phase travaux seront à l'origine d'impacts visuels temporaires en intervenant dans le champ de visibilité de certains monuments historiques. On parle ici des emprises chantier, bases vie de chantier, stockage de matériaux, passages d'engins, travaux de déblais/remblais, etc... Il pourra également s'agir d'impacts permanents (abattage d'arbres, défrichement, suppression de bâtiments, etc.).

Ces effets visuels seront 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 quand celui-ci est connu).
L'impact du projet sera principalement lié à la possibilité de relations visuelles avec les monuments, qu'il s'agisse de :

- co-visibilité : le monument et le projet sont visibles simultanément depuis un lieu précis ;
- et/ou d'intervisibilité : le projet est visible depuis le monument et réciproquement ;

Pour chaque monument dont le périmètre de protection intersecte un élément de superstructure du projet (gare, ouvrage, travaux, tranchée couverte, etc.), la potentialité de relations visuelles est mesurée.

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.

Sept servitudes de monuments historiques sont concernées par le fuseau mais sont éloignées du tracé du projet : église du Vieux Saint-Ouen, château à Saint-Ouen, anciens ateliers de réparation SNCF de La-Plaine-Saint-Denis, ancienne pharmacie centrale à Saint-Denis, église Saint-Nicolas au Bourget, asile de Drancy, château de Gournay-sur-Marne.

➔ **Sur l'ensemble de ces servitudes, soit aucune intervention n'est prévue, soit le contexte urbain dense fait que les risques de covisibilités sont faibles à nuls. Les effets visuels en phase chantier comme en phase exploitation seront nuls.**

Sept monuments historiques sont en revanche plus sensibles à des effets visuels notamment en phase travaux : ancien château et ancienne orangerie à Clichy-sous-Bois (2 périmètres), château des Cèdres à Montfermeil, Maison Bourlon à Montfermeil, maison à Montfermeil, ancienne abbaye royale à Chelles, Monument dit de Chilpéric à Chelles.

Tableau 6.6-2 : Effets visuels en phase travaux pour les monuments historiques concernés par le fuseau

Nom du monument protégé	***Effets visuels***
St-Ouen : Eglise du Vieux-Saint-Ouen (inscrite)	**Effets visuels nuls** *(Sensibilité : Modérée)* Servitude largement comprise dans le fuseau / Tracé de référence recoupant la servitude à la marge / 1 puits en marge de la servitude ; Compte tenu du contexte urbain dense : risque de covisibilité pendant les travaux faible ;
St-Ouen : Château (classé) St-Denis : - Anciens ateliers de réparation SNCF de La Plaine (inscrits) ; - Ancienne pharmacie centrale (inscrit) Le Bourget : Eglise Saint-Nicolas (classé) Drancy : Asile de Drancy (inscrit) Gournay-sur-Marne : Château (inscrit)	**Effets visuels nuls** *(Sensibilité : Faible à Modérée)* Servitudes en partie comprises dans le fuseau / Tracé de référence ne recoupant pas les servitudes ; Aucune intervention prévue au sein des servitudes ;
Clichy-sous-Bois : Ancien château et ancienne orangerie (inscrits)	**Effets visuels faibles** *(Sensibilité : Modérée à forte)* Servitude largement comprise dans le fuseau / Tracé de référence recoupant la servitude / 1 puits envisagé dans la servitude ; Risque d'interactions visuelles pendant le chantier réduit compte tenu du contexte urbain ;
Montfermeil : - Château (ancien) ou Château des Cèdres (inscrit) ; - Maison (inscrite) ;	**Effets visuels nuls** *(Sensibilité : Modérée à forte)* Servitudes largement comprises dans le fuseau / Tracé de référence recoupant la servitude; Compte tenu du contexte urbain dense : risque de covisibilité pendant les travaux faible ;
Montfermeil : Maison Bourlon (ancienne) ou Petit Château (inscrit)	**Effets visuels forts** *(Sensibilité : Modérée à forte)* Servitude largement comprise dans le fuseau / Tracé de référence traversant la servitude et toute proche du monument / 1 puits prévu à proximité immédiate du monument Risques de covisibilité (notamment depuis l'avenue Jean Jaurès) et d'intervisibilité
Chelles : - Monument dit de Chilpéric (restes) (classé) - Ancienne abbaye royale (vestiges) (classé)	**Effets visuels modérés à forts** *(Sensibilité : Modérée à forte)* Servitude largement comprise dans le fuseau / Tracé de référence proche du monument / Gare et un ouvrage annexe inclus dans la servitude ; Compte tenu du passage en tunnel : risque faible de covisibilité avec le tracé pendant les travaux avec le tracé, puits prévu dans un contexte pavillonnaire en marge de la servitude; En revanche : Risques modérés à forts de covisibilité avec l'emprise chantier de la gare via le stade notamment même si la végétation du parc atténuera les effets.

➔ ***Dans les cas où des interventions sont prévues dans les périmètres de protection des monuments historiques classé (servitudes d'utilité publique), il sera nécessaire d'obtenir l'accord de l'Architecte des Bâtiments de France (Cf. Rappel réglementaire de l'état initial). Dans les périmètres de monument historique inscrit, il sera associé à la réflexion sur le réaménagement de l'espace public.***

Figure 6.6-1 : Zoom sur les monuments historiques de Clichy-sous-Bois et de Montfermeil et leur situation vis-à-vis du projet

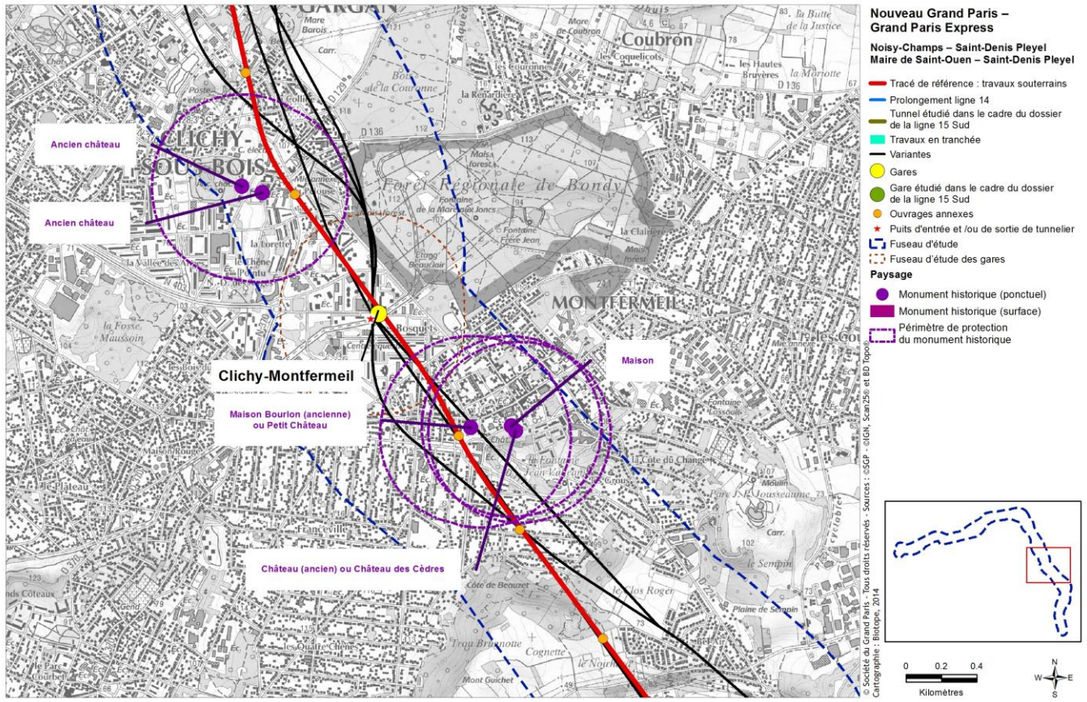
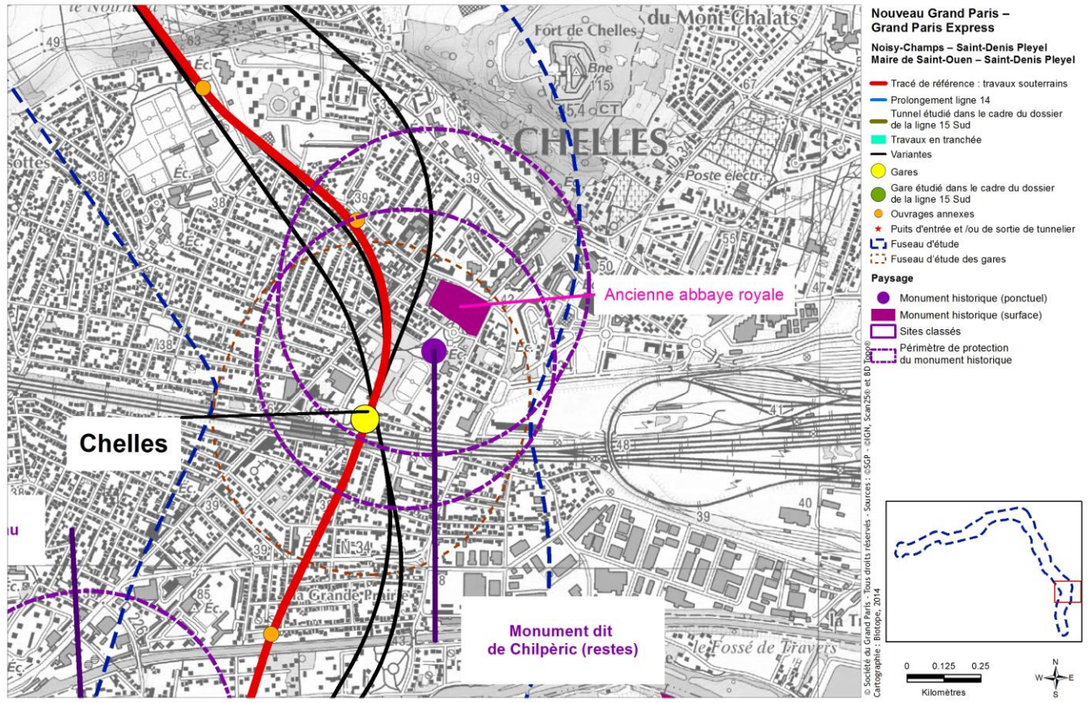


Figure 6.6-2 : **Zoom sur les monuments historiques de Chelles et leur situation vis-à-vis du projet**





ETAT PROJETE

CHELLES : L'IMPLANTATION DE LA GARE LE LONG DE LA GARE ROUTIERE

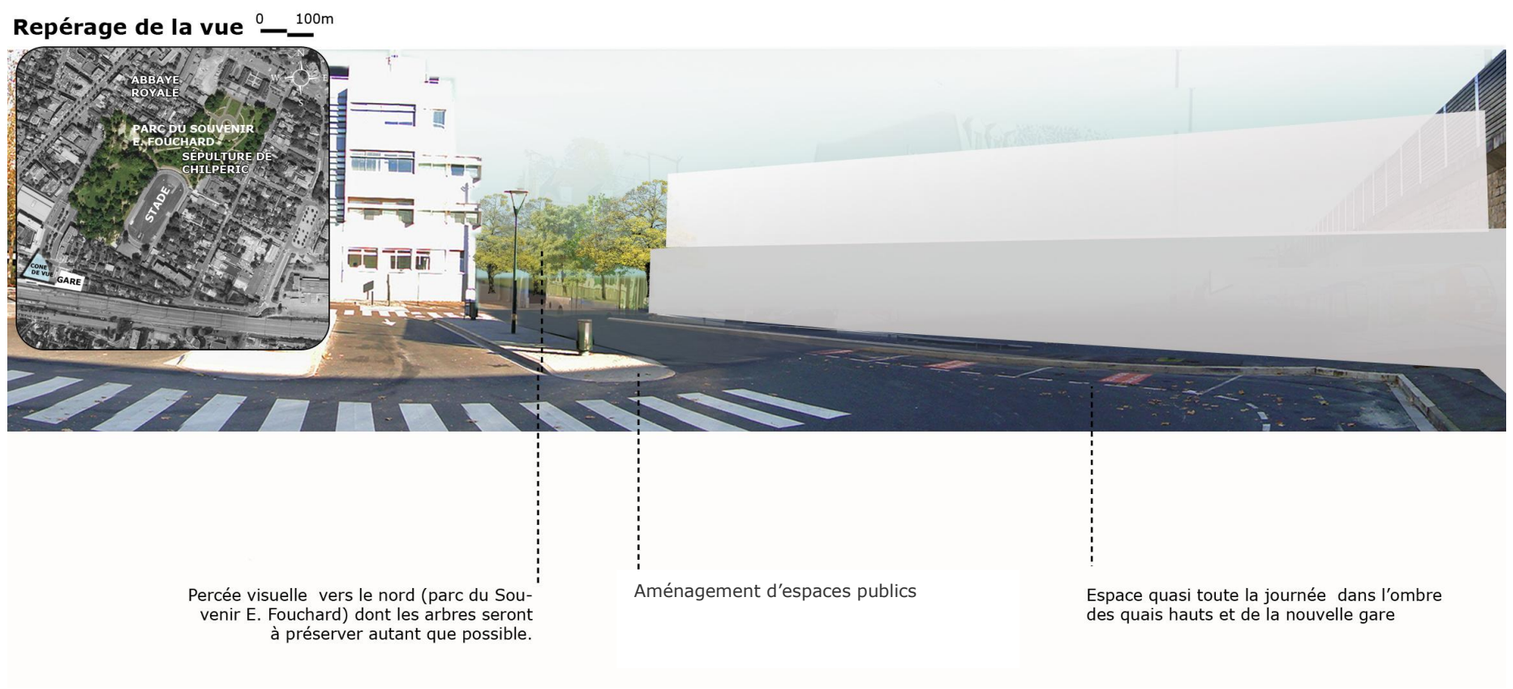


Figure 6.6-3 : Vue commentée de l'emplacement de la future gare de Chelles

6.6.1.2 Mesures d'accompagnement

a) Mesures d'évitement

L'objectif du Grand Paris Express étant de desservir les centralités et les milieux habités, le projet s'approche plus ou moins près des monuments historiques protégés. **Le principe qui a prévalu depuis les premières phases d'élaboration du projet**, notamment dans le choix du fuseau lors des études préliminaires, **est celui de limiter fortement l'impact direct du projet sur le patrimoine protégé.**

De plus, sur la totalité du projet, le principe de construction en souterrain du métro permet de limiter fortement l'impact direct du projet sur le patrimoine protégé.

Toutefois, du fait de la superposition de nombreuses contraintes et du grand nombre de monuments historiques présents sur certains secteurs, le principe d'évitement appliqué n'a pas permis de supprimer tous les enjeux liés aux monuments historiques.

➔ ***Le fuseau d'étude du projet recoupe donc le périmètre de protection (servitude) de quelques monuments protégés au titre des monuments historiques.***

b) Mesures de réduction spécifiques aux Monuments historiques de Montfermeil.

Compte tenu de la proximité de la zone de chantier et de la Maison Bourlon et en l'absence de filtre visuel existant mis à part les arbres de cette propriété, la seule mesure de réduction envisageable est de veiller à la tenue des abords du chantier. L'installation d'une palissade soignée y participera.

c) Mesures de réduction spécifiques aux Monuments historiques de Chelles

Le classement de l'Ancienne Abbaye royale comprend des vestiges datant du XII^{ème} siècle : les restes du cloître, y compris son aire, le sol de l'ancienne église abbatiale ainsi que les anciennes églises Sainte-Croix et Saint-Georges.

Le monument dit de Chilpéric ou « Pierre de Chilpéric », en l'état de vestiges, est situé dans le parc Emile Fouchard. Cette borne marquerait le site de l'assassinat de Chilpéric en 584. (Source : base de données Mérimée, Ministère de la Culture et de la Communication).

Le projet de la gare de Chelles et son emprise chantier ainsi qu'un puits et son emprise chantier sont entièrement compris dans au moins l'un des périmètres de protection des deux monuments.

Si les relations visuelles entre l'ancienne Abbaye et le projet de gare sont peu probables grâce au couvert boisé du parc Emile Fouchard, des relations de co-visibilité indirecte voire d'intervisibilité ne sont toutefois pas exclues avec la pierre de Chilpéric, notamment en hiver lorsque la végétation caduque est défeuillée.

Le projet de gare de Chelles s'inscrit dans un contexte ferroviaire, le long de voies ferrées et à proximité de la gare RER Chelles-Gournay existante. Il s'implante en partie sur l'extrémité sud du parc Emile Fouchard et du stade d'athlétisme et sur des habitations de type pavillonnaire de part et d'autre d'un boulevard de Chilpéric. L'implantation de la gare et l'emprise des travaux nécessaire impliquent éventuellement la destruction d'une partie du parc Emile Fouchard (comprenant l'abattage d'arbres) et la démolition de pavillons.

Au vu de ce contexte, deux mesures apparaissent nécessaires en phase chantier :
Mesure de réduction d'impact avant les travaux : La définition des emprises travaux sera optimisée afin limiter l'abattage d'arbre servant de filtre entre les monuments historiques et les travaux. Avant le lancement des travaux, le maître d'ouvrage devra identifier par un marquage les arbres à abattre et ceux à conserver afin de conserver une lisière boisée homogène et suffisamment dense au parc E. Fouchard au droit du chantier. La survie des arbres à conserver sera assurée par la mise en défens d'une emprise au sol correspondant *a minima* à la taille du houppier, cette zone ne devant pas être d'un rayon inférieur à 5 m autour du tronc. Aucun passage d'engin, affouillement, stockage de matériaux, etc. n'aura lieu sur ce périmètre de protection ;

Mesure de réduction d'impact pendant les travaux : En phase chantier, le maître d'ouvrage devra réduire les nuisances sonores, réduire au strict nécessaire la zone de travaux afin notamment de limiter l'abattage d'arbres du parc et enfin veiller autant que possible à l'intégration paysagère du chantier par l'installation de palissades et en évitant le stockage sur place des matériaux issus de l'excavation.

d) Mesures de réduction spécifiques au niveau du Parc Forestier de Sevran

Il n'est envisagé aucun impact direct sur le Parc. En phase travaux, pour préserver les usages, il s'agira de maintenir la piste cyclable permettant la desserte du parc forestier, ou, si cela n'est pas envisageable, de prévoir un itinéraire alternatif.

6.6.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

6.6.2.1 Impacts

En phase exploitation et compte tenu du fait que le projet sera souterrain, les éléments pouvant porter atteinte à la monumentalité ou à l'identité des éléments 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, puits, etc.). Leurs impacts, liés à la phase exploitation, seront principalement pérennes.

Tableau 6.6-3 : Effets visuels en phase exploitation pour les monuments historiques concernés par des sensibilités modérées à fortes dans l'état initial

Nom du monument protégé	*Effets visuels*
Saint-Ouen : - Eglise du Vieux-Saint-Ouen (inscrite)	**Effets visuels nuls** *(Sensibilité : Modérée)* Servitude largement comprise dans le fuseau / Tracé de référence recoupant la servitude à la marge / 1 puits prévu dans la servitude ; Compte tenu du tracé en tunnel et du contexte urbain dense : risque de covisibilité en phase exploitation faible
Saint-Ouen : Château (classé) Saint-Denis : Anciens ateliers de réparation SNCF de La Plaine (inscrits) Le Bourget : Eglise St-Nicolas (classé) Drancy : Asile de Drancy (inscrit) Gournay-sur-Marne : Château (inscrit)	**Effets visuels nuls** *(Sensibilité : Faible)* Servitudes largement comprises dans le fuseau / Tracé de référence ne recoupant pas les servitudes ; Aucune intervention prévue au sein des servitudes
Clichy-sous-Bois : Ancien château et ancienne orangerie (inscrits)	**Effets visuels nuls** *(Sensibilité état initial : Modérée à forte)* Servitude largement comprise dans le fuseau / Tracé de référence ne traversant la servitude à proximité des monuments/ 1 puits envisagé dans la servitude ; Compte tenu du tracé en tunnel et du contexte urbain dense : risque de covisibilité en phase exploitation faible
Montfermeil : - Maison Bourlon (ancienne) ou Petit Château (inscrit)	**Effets visuels modérés** *(Sensibilité état initial : Modérée à forte)* Servitude largement comprises dans le fuseau / Monument proche du tracé de référence / 1 puits envisagé dans la servitude à proximité du monument; Du fait de la proximité du projet : risques forts de covisibilités et d'intervisibilités entre le monument et l'émergence d'un puits
Montfermeil : - Château (ancien) ou Château des Cèdres (inscrit) - Maison (inscrite)	**Effets visuels** *(Sensibilité état initial : Modérée à forte)* Servitudes largement comprises dans le fuseau / Monuments proches du tracé de référence / 1 puits envisagé dans les servitudes ; Compte tenu du tracé en tunnel, du contexte urbain et de la végétation du parc : risque de covisibilité en phase exploitation faible
Chelles : - Ancienne abbaye royale (vestiges) (classé) - Monument dit de Chilpéric (restes) (classé)	**Effets visuels modérés** *(Sensibilité état initial : Modérée à forte)* Servitudes largement comprise dans le fuseau / Monuments historiques proches du tracé de référence ; Risques de covisibilité avec la gare Risques faible de covisibilité en phase exploitation avec l'émergence d'un puits ;

Dans la traversée de ces périmètres, la nature et l'importance de l'impact du projet prévu en souterrain sont étroitement liées :

- *aux caractéristiques intrinsèques du monument* potentiellement impacté et de ses abords (position dominante, végétation existante, tissu bâti environnant, perceptions existantes dans l'environnement actuel…) ;

- *au choix de la variante et aux caractéristiques et localisations des puits au niveau de Clichy-sous-Bois et de Montfermeil* (les variantes en tunnel sont potentiellement par essence moins impactantes) ;

- *aux caractéristiques techniques et architecturales de la gare de Chelles* (impacts sur deux monuments classés) : la Société du Grand Paris a en charge la construction de la boîte (rails, quais et couloirs souterrains) uniquement. Ce sont les collectivités qui doivent définir un projet architectural et urbain pour la partie aérienne. L'impact du projet de métro a donc, en ce qui concerne le bâtiment de la gare et les équipement annexes (parking, espaces publics…), un impact indirect.;

- à la restructuration urbaine subséquente à la nouvelle centralité créée par la gare, qui n'est pas sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris (impacts indirects).

6.6.2.2 Mesures d'accompagnement

a) Mesures de réduction spécifiques à la Maison Bourlon

Si l'émergence est aménagée dans une parcelle vide sans lien fonctionnel direct et clair avec l'espace public et la voirie voisine pour tout observateur, il conviendra de donner une fonction à cette parcelle. Les ouvrages ne doivent pas paraitre posés dans un terrain vague et ainsi déprécier les abords du monument historique.

b) Mesures de réduction spécifiques aux Monuments historiques de Chelles

La réduction de la taille des quais de 120 à 54 m permet de limiter les déboisements dans le parc Emile Fouchard.

Après les travaux, le réaménagement des espaces publics et une éventuelle ouverture vers le parc donneront une cohérence à l'ensemble. Les espaces publics pourraient être aménagés dans le même esprit que celui de la gare routière (alignements de platanes et haies basses).

a) Mesures de réduction spécifiques au niveau du Parc Forestier National de Sevran

Les abords de la nouvelle gare pourrait être visible depuis la perspective du Canal de l'Ourcq. Aussi, des mesures d'intégration paysagère et architecturale de la gare et de ses abords devront être prises.

6.6.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

Tableau 6.6-4 : Coût des mesures

Mesures	Détails	Estimation du coût
Mesures spécifiques à la gare de Chelles (en lien avec la présence de MH à proximité)	Mesure 1 : Marquage des arbres à abattre et ceux à conserver	5 000 € TTC
	Mesure 2 : Mise en défens d'une emprise au sol autour des arbres	800 € TTC
	Mesure 3 : Installation de palissade et intégration paysagère	15 000 € TTC
	Mesure 4 : Replanter les secteurs déboisés	5 000 € à 7 000 € TTC / ha replantés
Mesure d'intégration paysagère et architecturale de la gare de Sevran-Livry		A intégrer aux cahiers des charges de la maîtrise d'œuvre
Mesures de réduction spécifiques à la Maison Bourlon	Installation de palissage en phase chantier	A intégrer aux cahiers des charges des travaux

6.6.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement prévus pour les sites protégés et monuments historiques

Aucun site protégé recensé sur le fuseau d'étude n'est directement impacté par le projet puisqu'aucune intervention en périmètre de site protégé n'est prévue. Cependant, des travaux sont prévus à proximité du Parc Forestier de la Poudrerie. Compte tenu de l'enjeu paysager et social de ce site, les mesures suivantes sont proposées :

En phase travaux, le maintien de la piste cyclable permettant la desserte du parc forestier, ou, si cela n'est pas envisageable, un itinéraire alternatif ;

L'intégration paysagère et architecturale de la gare de Sevran-Livry et de ses abords, car ils pourraient être visibles depuis la perspective du Canal de l'Ourcq.

Aucun monument historique n'est directement concerné par le projet, seuls des effets sur le périmètre de protection sont susceptibles d'opérer. En effet, le fuseau d'étude du projet recoupe la servitude de quelques monuments protégés au titre des monuments historiques :

A Clichy-sous-Bois : le périmètre de protection de l'Ancien château et ancienne orangerie est concerné (inscrits) : les effets visuels potentiels en phase chantier comme en phase d'exploitation sont considérés comme faibles, les travaux étant situés dans des espaces publics non directement en relation avec les monuments,

A Montfermeil : plusieurs périmètres de protection sont concernés. Le projet risque d'impacter les abords de la Maison Bourlon. Pendant la phase de travaux, un soin dans la tenue du chantier et la mise en place de palissades permettra de limiter les effets du chantier. Ensuite il conviendra de donner une fonction claire à la zone où seront aménagées les émergences du puits,

A Chelles : deux périmètres de protection sont intersectés : Monument dit de Chilpéric (restes) (classé) et l'Ancienne abbaye royale (vestiges) (classé). Les effets en phase chantier sont considérés comme modérés à forts. Le parc E. Fouchard est le principal filtre entre les monuments et le chantier, les déboisements seront réduits autant que possible, les arbres protégés en phase chantier et les nuisances du chantier réduites par des palissades. A l'issue des travaux, les emprises chantiers seront réaménagées et les plantations d'accompagnement associées à la restitution de l'espaces public permettront de densifier les filtres entre la gare et les monuments historiques.

A noter que dans tous les cas où des interventions sont prévues dans les périmètres de protection des monuments historiques classés (servitudes d'utilité publique), il sera nécessaire d'obtenir l'accord de l'Architecte des Bâtiments de France (Cf. Rappel réglementaire de l'état initial). Dans les périmètres de monument historique inscrit, il sera associé à la réflexion sur le réaménagement de l'espace public.

6.7 Grand paysage

6.7.1 Impacts et mesures en phase chantier

6.7.1.1 Impacts

a) Méthodologie d'analyse

L'analyse des effets sur le paysage consiste en celle des effets visuels. Il s'agit essentiellement d'effets directs et pour ce faire, l'analyse s'appuie sur la caractérisation des sensibilités et des perceptions identifiées dans l'état initial. Deux modes de réalisation sont prévus pour ce tronçon :

Les sections souterraines réalisées par tunnelier : Les effets en phase travaux sont ponctuels et sont de nature temporaire. Ce sont les puits d'accès pour le tunnelier en phase travaux qui seront alors à bien étudier ainsi que les émergences terrestres (accès pompier, ventilation, gare, plateformes de stockage, emprises chantier) en phase exploitation. Dans ce cas, les effets visuels en phase exploitation sont limités.

Les sections souterraines réalisées en tranchée couverte notamment au niveau des gares ou des émergences : Cette technique consiste à extraire les matériaux tout au long du tracé puis reboucher la tranchée après travaux. En phase exploitation, les effets visuels sont similaires à ceux des sections souterraines réalisées en tunnelier, à savoir aux effets des émergences terrestres. On se posera également la question de la remise en état des terrains situés sur cette tranchée couverte (cicatrisation, notamment en cas de déboisement). En phase travaux, ce type de réalisation est plus problématique parce que les effets visuels seront plus importants qu'avec le tunnelier. La tranchée sera visible et les zones de travaux également.

Les effets indirects sont plus complexes à identifier. Il s'agit là d'avoir une vision prospective des dynamiques générées par le projet. A coups surs, la création de ce métro automatique va impulser l'urbanisation de certains secteurs, le paysage s'en trouvera ainsi modifié.

Au niveau des gares, la Société du Grand Paris n'a en charge que la construction des infrastructures souterraines. La construction ou l'extension des bâtiments d'accueil des gares sera réalisé par les collectivités locales tout comme le réaménagement de l'espace public aux abords des gares. L'ampleur des réaménagements et donc les emprises travaux concernées ne sont pas encore définies et ne concernent pas directement l'objet de cette étude.

Toutefois, l'emplacement des gares et les emprises du chantier de la Société du Grand Paris étant globalement prévus, l'analyse paysagère s'est attachée à identifier les enjeux paysagers propres à ces travaux, mais également les structures ou fonctions paysagères qu'il conviendrait de conserver pour limiter les impacts y compris lors des réaménagements induits.

➔ ***Ce volet paysager s'intéresse donc essentiellement aux effets visuels directs au niveau des secteurs identifiés comme présentant un enjeu ou de certains types d'aménagements (gares et émergences).***

b) A hauteur du Val de Marne et de ses coteaux

Bien que le fond de vallée présente une trame bâtie dense, de petits ensembles naturels ponctuent les bords du fleuve ainsi que de plus vastes à hauteur du coteau de Chelles.

➔ ***Les effets visuels en phase chantier sont très limités compte tenu du fait que le tracé s'effectue en tunnel. On relève cependant des puits qui auront un effet visuel limité à leurs abords immédiats en phase travaux.***

c) A hauteur des Coteaux de l'Aulnoye

Le fuseau recoupe les parties Ouest de la Forêt Régionale de Bondy et du Bois de la Couronne. Aucune emprise chantier n'est envisagée au niveau de ces paysages forestiers fortement reconnus d'un point de vue social. Par ailleurs, le tracé est prévu en tunnel.

➔ ***Les effets visuels en phase chantier sont nuls.***

La gare de Clichy-Montfermeil sera réalisée en tranchée couverte.

➔ ***Compte tenu du contexte urbain et de l'absence de perspectives vers cette zone, il n'y a aura pas d'interactions visuelles notable en phase chantier avec les paysages forestiers.***

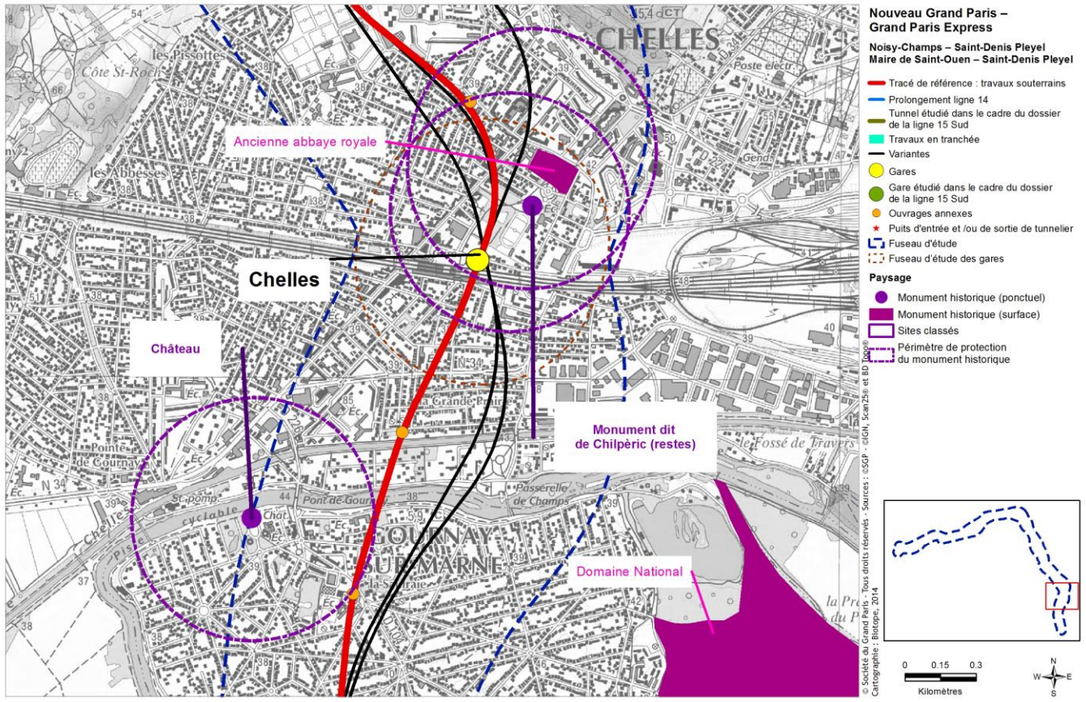


Figure 6.7-1 : Zoom sur les secteurs paysagers sensibles du Val de Marne

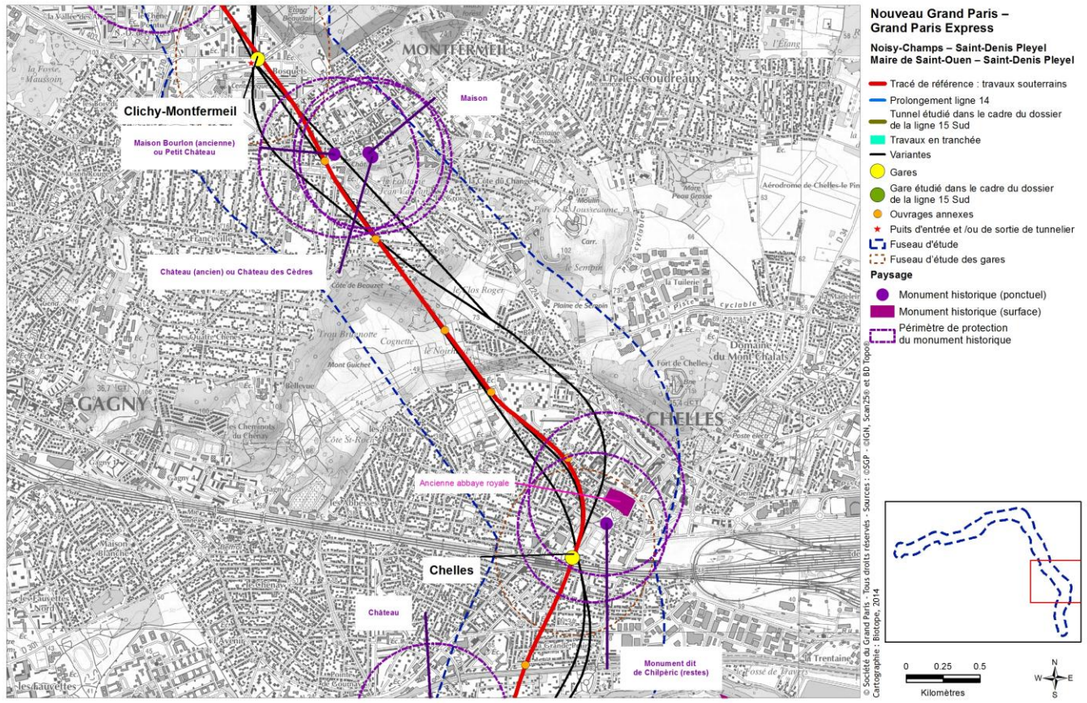


Figure 6.7-2 : Zoom sur le secteur paysager sensible des Coteaux d'Aulnoye

d) A proximité du Parc de la Poudrerie de Sevran (site classé)

Le fuseau ne recoupe pas le site classé (7383 - Parc forestier de Sevran et ses abords). En ce sens, il n'y a pas de contrainte réglementaire. Toutefois, l'emprise chantier de la gare de Sevran-Livry se situe sur les abords du Canal de l'Ourcq. La grande perspective visuelle depuis le canal, lorsqu'il traverse le site classé, pourrait offrir une perspective sur chantier de la gare. En revanche, depuis le reste du site classé, le paysage est fermé par la trame boisée, il n'y a pas d'interactions visuelles.

La réduction de la taille des gares de 120 à 54m permet d'éviter de construire la gare en travers du canal. L'incidence des travaux sera donc atténuée. Toutefois l'aménagement d'un nouvel ouvrage de franchissement pourrait s'avérer nécessaire.

➔ ***Les effets visuels du projet en phase chantier seront modérés à forts.***

e) Au niveau du Parc Départemental du Sausset

Le fuseau recoupe la partie Sud du parc. Aucun travaux n'est envisagé dans le parc, ni à ces abords immédiats.

➔ ***Il n'y a pas d'effets visuels sur ce parc.***

f) Au niveau du Parc Jean Duclos

La nouvelle gare du Blanc-Mesnil concerne une partie de ce parc. L'emprise du chantier occuperait une surface conséquente de cet espace vert qui joue un rôle paysager et social primordial dans ce contexte urbain.

➔ ***Les effets visuels seront forts d'autant plus que la construction de la boîte gare est prévue en tranchée couverte. Des mesures pour la remise en état et l'insertion paysagère de la gare devront être prises.***

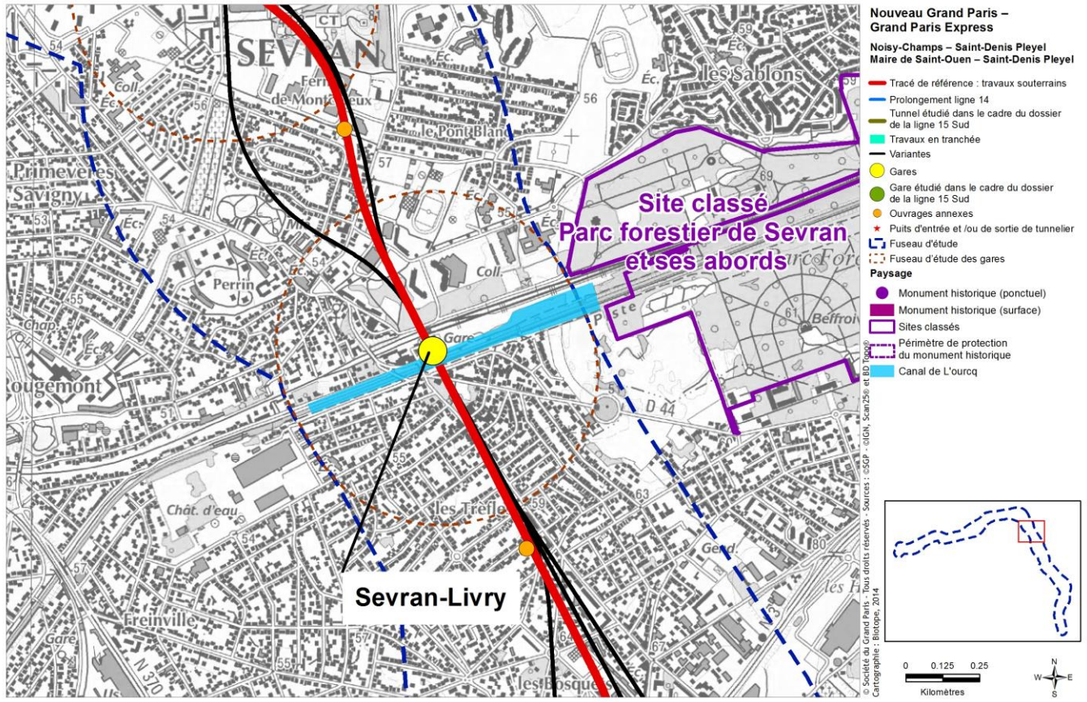


Figure 6.7-3 : Zoom sur le secteur paysager sensible du Parc de la Poudrerie de Sevran

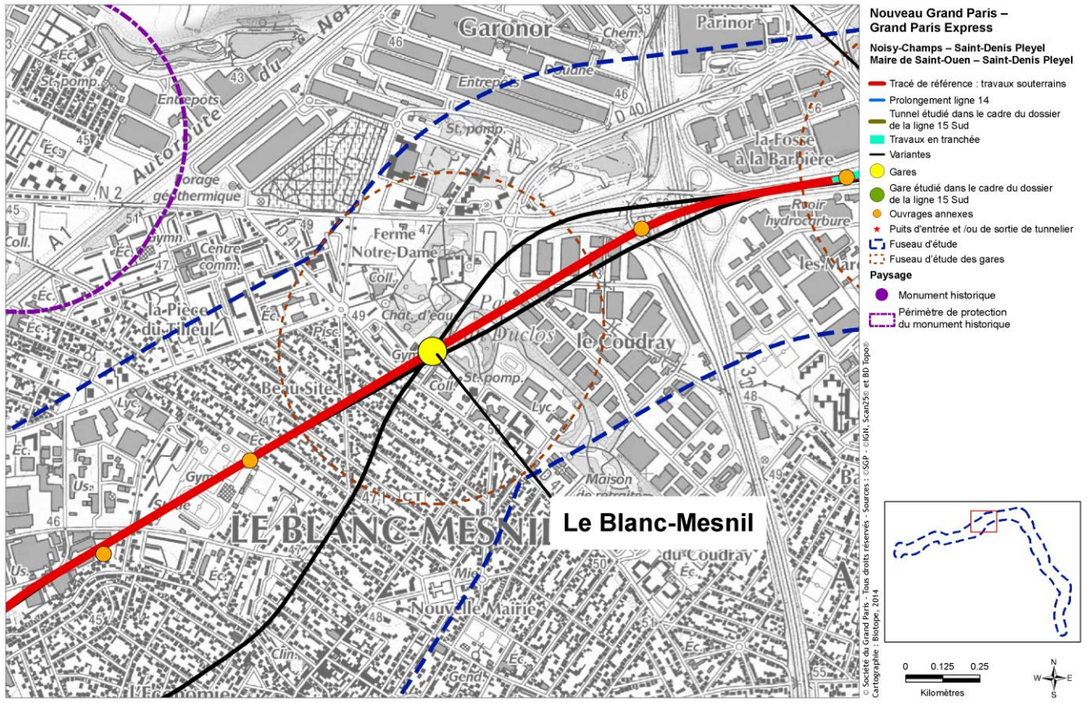


Figure 6.7-4 : Zoom sur le secteur paysager sensible du parc Jean Duclos.

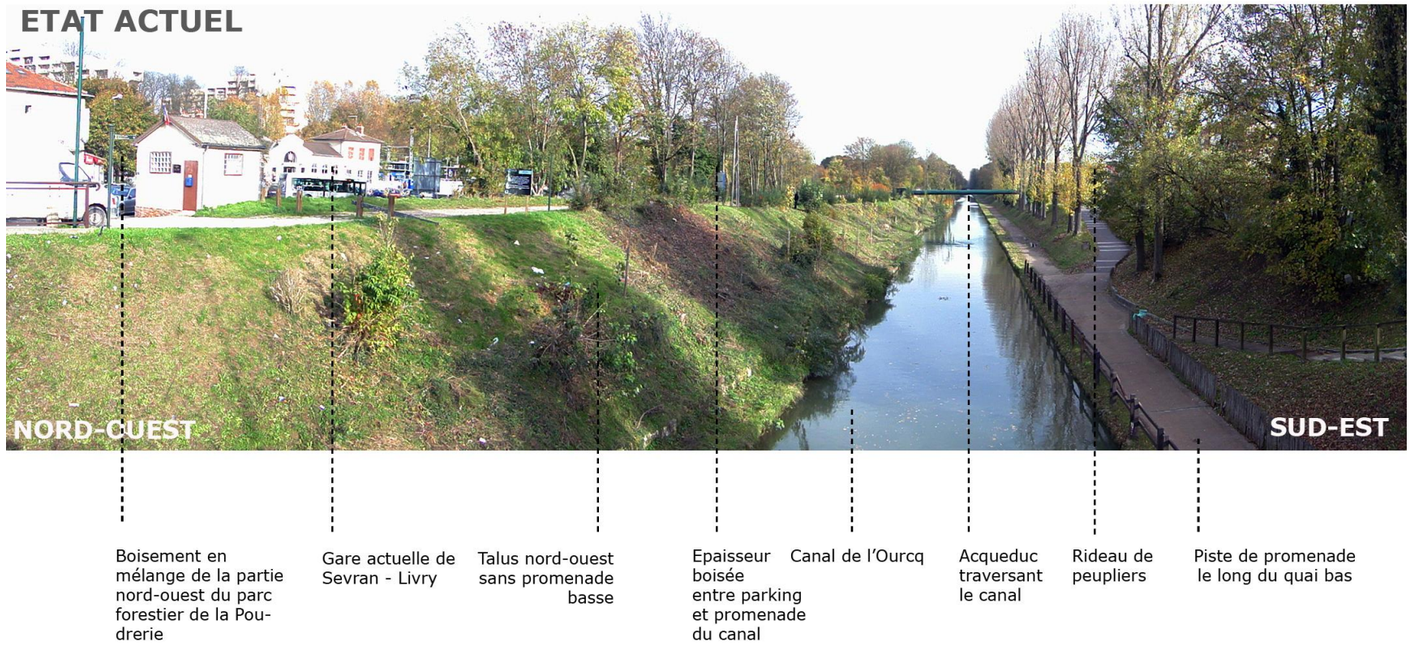


Figure 6.7-5 : Vue commentée de l'emplacement de la future gare de Sevran-Livry – Vue depuis le canal de l'Ourcq

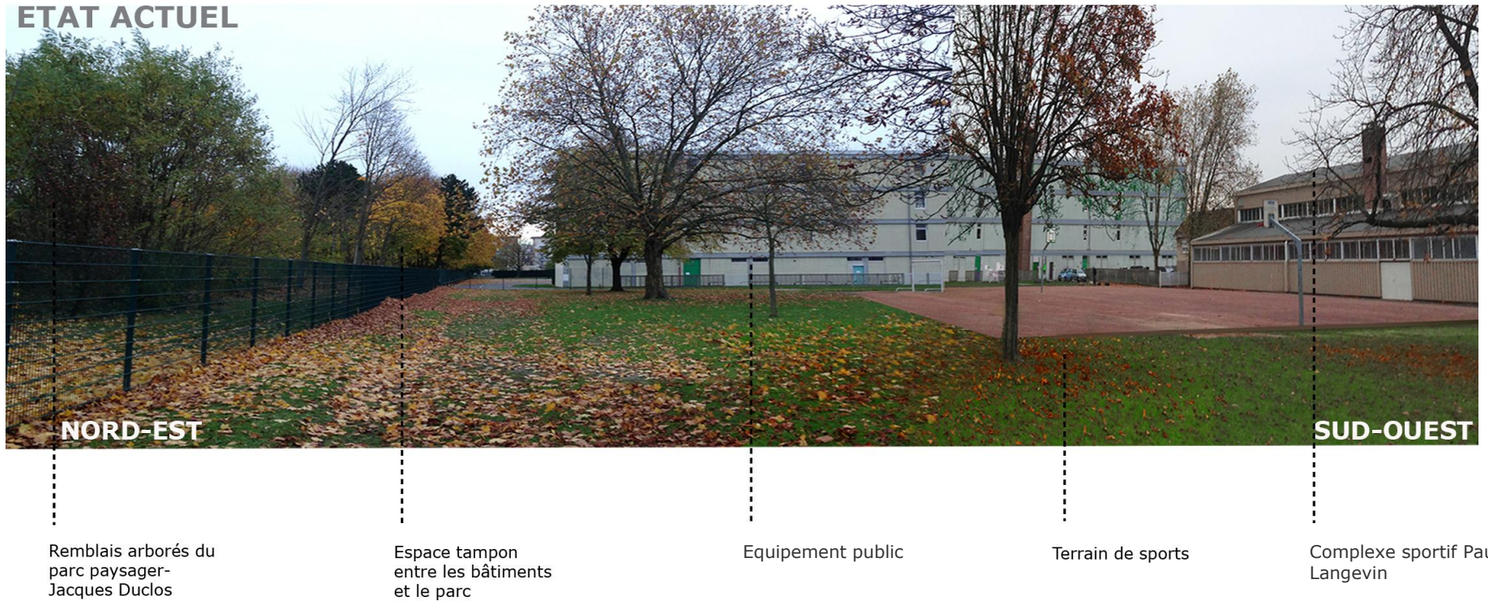


SEVRAN-LIVRY : LA GARE AUPRES DU CANAL DE L'OURCQ

Repérage de la vue 0 40m



Figure 6.7-6 : Vue commentée de l'emplacement de la future gare de Sevran-Livry – Vue depuis le parking SNCF



BLANC MESNIL : VUE VERS LE SITE DEPUIS LE PARC MUNICIPAL JACQUES DUCLOS

Figure 6.7-7 : Vue commentée de l'emplacement de la future gare du Blanc Mesnil – Vue depuis le parc municipal Jacques Duclos



Figure 6.7-8 : Vue commentée de l'emplacement de la future gare du Blanc Mesnil – Vue depuis le stade



BLANC MESNIL : VUE VERS LE SITE DEPUIS LE PARC MUNICIPAL JACQUES DUCLOS

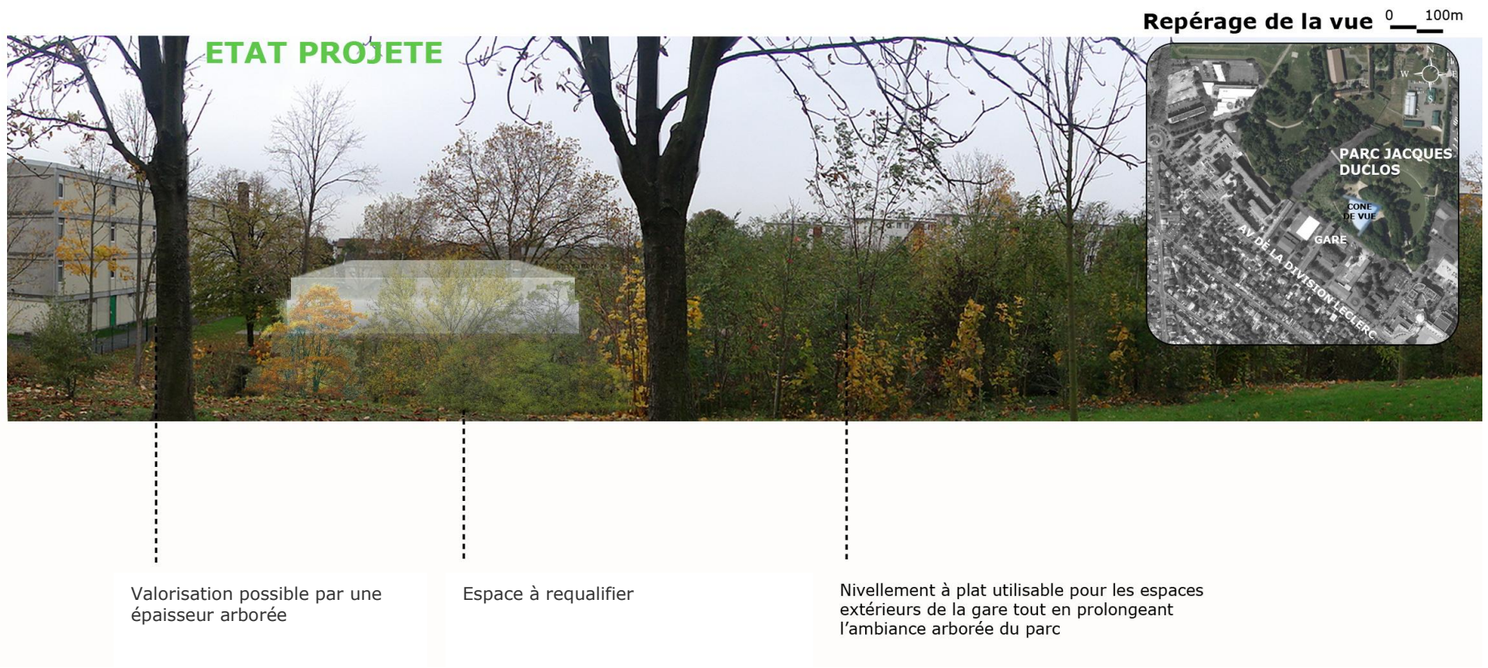


Figure 6.7-9 : Vue commentée de l'emplacement de la future gare du Blanc Mesnil – Vue vers le site depuis le Parc Jacques Duclos

g) les autres gares

Hormis la gare du Blanc-Mesnil, située dans un parc urbain, et la gare de Sevran-Livry, située en bordure du canal de l'Ourcq, la plupart des gares du projet sont localisées dans des secteurs de moindre intérêt paysager et bien souvent au niveau de gares existantes ou à proximité immédiate.

➔ ***Compte tenu de l'ampleur des travaux et du contexte urbain généralement dense, les effets visuels en phase chantier seront néanmoins forts mais limités aux abords immédiats des emprises chantier.***

La future gare d'Aulnay sera localisée au niveau du terre-plein central de la route RN2. La création de ce nouveau volume, en phase chantier comme en phase exploitation, va occasionner un bouleversement paysager avec ce nouveau motif très exposé à la vue des automobilistes.

➔ ***Les effets visuels en phase chantier seront forts.***

h) Les autres émergences

Les emprises chantiers des ouvrages annexes seront assez limitées.

Ces derniers étant généralement situés dans des zones urbaines, les effets visuels en phase chantier seront assez localisés et modérés.

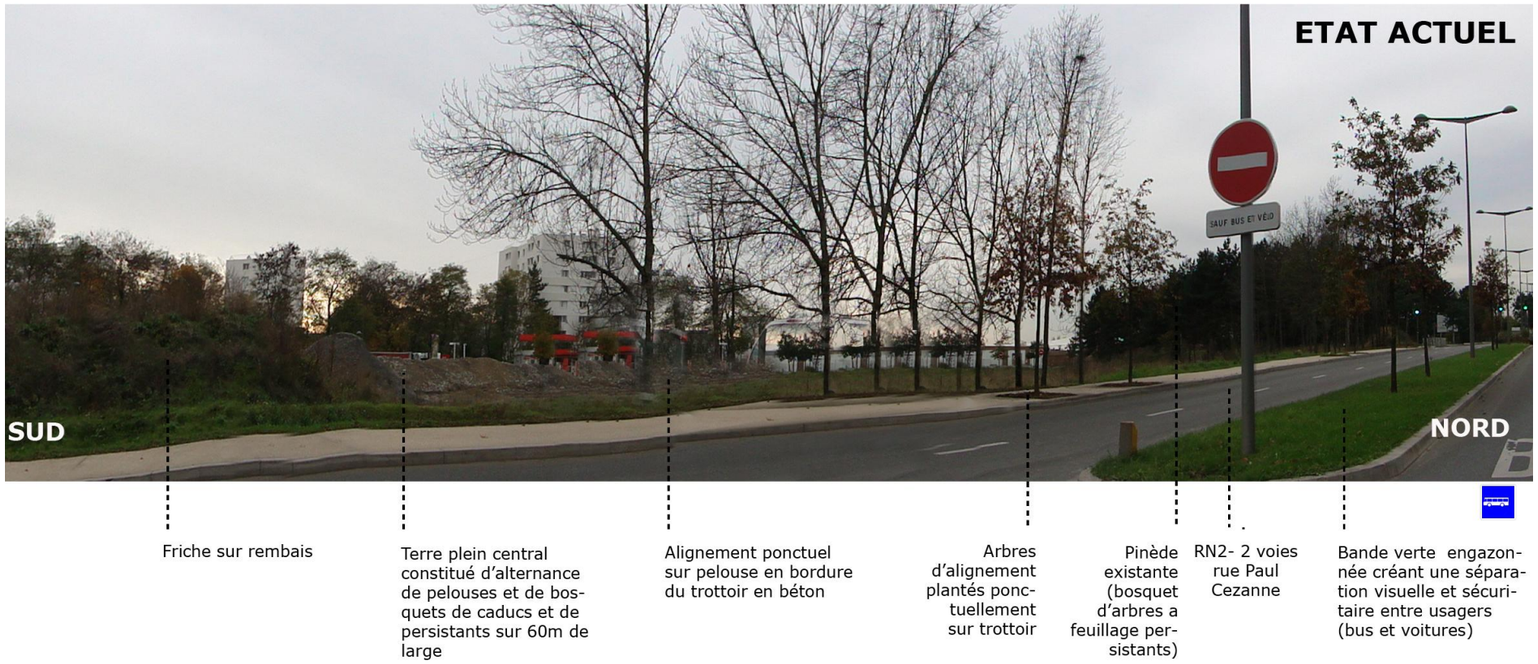


Figure 6.7-10 : Vue commentée de l'emplacement de la future gare d'Aulnay – Vue de l'espace paysagé du terre-plein central occupé par la gare

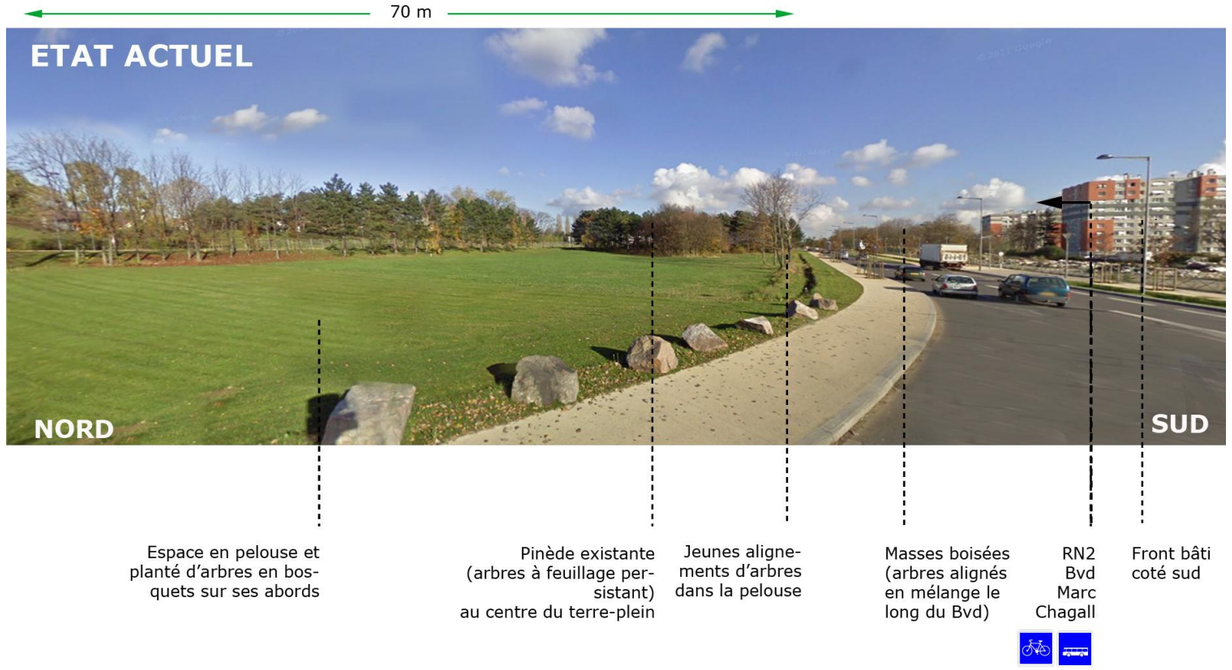


Figure 6.7-11 : Vue commentée de l'emplacement de la future gare d'Aulnay – Vue vers l'est du Terre-plein

6.7.1.2 Mesures d'accompagnement en phase chantier

a) Mesure de réduction spécifique à la gare de Sevran Livry.

Comme évoqué précédemment, la réduction de la taille de la gare a permis d'éviter de réaliser des travaux de construction de la gare en travers du canal de l'Ourcq.

Afin de limiter les effets du projet sur les abords du canal et éventuellement sur la perspective traversant le parc de la Poudrerie de Sevran, il convient de préserver au maximum la végétation boisée du talus nord du canal de l'Ourcq.

Par ailleurs, il conviendrait, le cas échéant, de limiter la durée des travaux réalisés dans l'axe de la perspective (cf. aménagement d'un nouvel ouvrage de franchissement) et d'assurer le maintien des circulations douces.

b) Mesure de réduction spécifique au Parc Jean Duclos (Blanc-Mesnil)

Le projet implique la destruction d'une partie du parc. Il convient de privilégier les zones les moins boisées, les jeunes plantations ou les terrains de sports et leurs abords qui peuvent être réaménagés rapidement.

Durant le chantier, les arbres situés en limite d'emprise seront conservés. Outre le tronc et le houppier des arbres, les racines (dans un rayon de 5m autour du tronc) seront également préservées.

c) Mesure de réduction spécifique aux autres gares et émergences

Afin de limiter l'effet des travaux aux niveau des émergences en phase chantier, il convient de préserver autant que possible les structures paysagères importantes (alignement d'arbres par exemple) et de soigner la tenue du chantier avec des palissades soignées.

6.7.2 Impacts et mesures en phase exploitation

Comme évoqué précédemment, l'impact en phase exploitation sera essentiellement associé à l'impact des gares et des émergence, 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 exact de chaque aménagement, le parti architectural ou paysager n'étant encore pas défini. Tout comme l'impact du développement urbain environnant, la réflexion paysagère d'aménagement des gares et de l'espace public aux abords des émergences s'inscrira dans la démarche propre à chaque CDT.

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 des ouvrages et de proposer quelques mesures d'accompagnement.

6.7.2.1 Impacts

En phase exploitation, le tracé est prévu en tunnel.

➔ ***Les effets visuels du tracé en lui-même seront nuls.***

Les puits situés sur le coteau de Chelles occuperont des emprises réduites dans un contexte généralement urbain, éventuellement plus naturel (cf. secteur de Montguichet). Ils auront un effet visuel limité à leurs abords immédiats.

➔ ***Les effets visuels seront modérés.***

La nouvelle gare de Sevran-Livry et ses abords seront également visibles depuis le Canal de l'Ourcq, et éventuellement depuis la perspective traversant le parc de poudrerie de Sevran.

➔ ***La gare et ses abords devront être intégrés afin de préserver ces perspectives***

La gare d'Aulnay et différents puits et émergences seront visibles depuis la route RN2.

➔ ***L'effet visuel de la nouvelle gare sera fort. Son intégration paysagère ainsi que celle des puits seront l'occasion de parfaire les aménagements de l'espace public de cette zone et pourront prendre en compte les motifs et les textures existants (cf. alignements d'arbres notamment).***

La nouvelle gare du Blanc-Mesnil s'insèrera en marge du Parc Jean Duclos.

➔ ***Les effets visuels seront forts. Des mesures de remise en état de la tranchée couverte et d'intégration de la gare dans ce contexte arboré devront être prises.***

Autour des gares et dans une moindre mesure autour des autres émergence, la morphologie urbaine va être repensée. La requalification urbaine aura donc des effets indirects sur le paysage en phase travaux comme en phase exploitation.

➔ ***Les effets visuels seront forts. Le paysage urbain sera transformé, généralement réhabilité***

6.7.2.2 Mesures d'accompagnement en phase exploitation

a) Mesures générales

D'une manière générale, afin de faciliter l'insertion paysagère des gares et des ouvrages annexes, une réflexion portant sur l'ensemble des espaces publics, leur fonction, les espèces végétales à utiliser et les matériaux de construction (ou l'habillage de la gare) devra être menée, en partenariat avec les collectivités concernées.

En effet, les émergences en surface ne seront « visuellement » pas raccrochées à un tracé et donc ne seront pas reconnues comme telles. En ce sens, elles doivent *a minima* être discrètes et être intégrées à l'existant.

Il convient notamment de donner une fonction (square, aire de jeux, esplanade…) aux abords des puits, notamment s'ils ne s'inscrivent pas directement dans l'espace public (la route, un stade, un parking…). Il convient d'éviter également l'usage de matériaux ou de formes trop standardisées qui paraitraient trop « industrielles » ; voire, au cas par cas, d'insérer les ouvrages dans des édicules assurant d'autres fonctions nécessaires à chaque site. Lorsqu'ils sont dans un contexte de jardin ou de milieux plus naturels, les plantations et reboisement sont des mesures simples d'intégration paysagère.

L'autre axe de travail sera la résorption des points noirs liés au chantier. La maîtrise d'ouvrage devra s'engager dans un processus de cicatrisation efficace lors du repliement des installations.

Pour les gares, la requalification urbaine doit avant tout valoriser les espaces existants et notamment les trames existantes (alignements d'arbres, perspectives, esplanades…)

b) Mesures spécifique à la gare de Sevran Livry

L'aménagement des abords de la gare devra notamment renforcer voire compléter la végétation conservée durant la phase travaux sur le talus nord du canal.

c) Mesures de réduction au terre-plein de la RN2 à Aulnay-sous-Bois

Il s'agira d'intégrer la gare , les émergences et les différentes fonctions annexes (parking, circulations douces) au sein du terre-plein central ou aux abords de la route. Le maintien et/ou la reconstitution des alignements d'arbres permettra de préserver une certaine structure paysagère dans la nouvelle composition urbaine.

d) Mesures de réduction spécifiques au Parc Jean Duclos – gare de Blanc Mesnil

Un véritable projet paysager doit être élaboré tenant compte du bouleversement paysager occasionné. Les mesures d'intégration suivante devront être mises en place :

- Restaurer le secteur de parc impacté, revégétaliser les secteurs déboisés/arasés par une palette végétale et des volumes respectant l'identité paysagère du parc ;
- Requalifier les espaces publics en utilisant les motifs et essences existantes dans le parcs et en assurant la transition entre le nouveau volume de la gare les bâtiments voisins.

6.7.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

Tableau 6.7-1 : Estimation des coûts des mesures proposées

Mesures	Détails	Estimation de coût
Replanter les secteurs déboisés		5 000 - 7 000 € TTC par ha replantés
Intégrer le puits au niveau du terre-plein central RN2	Etude Maîtrise d'œuvre	Environ 1 500 € TTC
	Chantier	Environ 15 000 € TTC
Intégration paysagère au niveau du Parc Jean Duclos et mesures d'évitement	Etude paysagère et architecturale de maîtrise d'œuvre	20 000 € TTC
	Marquage des arbres à abattre et ceux à conserver	5 000 € TTC
	Mise en défens d'une emprise au sol autour des arbres	2 000 € TTC
	Travaux de paysagement (remise en état paysager)	70 000 à 100 000 € TTC

6.7.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

Tableau 6.7-2 : Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement associés

Secteur	Impacts prévisibles	Mesures proposées
Impacts en phase chantier		
A hauteur du Val de Marne et de ses coteaux	Effets visuels en phase chantier très limités (pas d'emprise chantier sur ces secteurs)	-
A hauteur des Coteaux de l'Aulnoye	Effets visuels en phase chantier nuls	-
A proximité du Parc de la Poudrerie de Sevran (site classé)	La grande perspective visuelle depuis le canal, lorsqu'il traverse le site classé, donnera à voir sur le chantier de la gare. Les effets visuels seront modérés à forts. En revanche, depuis le site classé, le paysage est fermé par la trame boisée, il n'y a pas d'interactions visuelles.	Maintien de la végétation sur le talus nord du canal Limitation de la durée des travaux dans l'axe de la perspective
Au niveau du Parc Départemental du Sausset	Il n'y a pas d'effets visuels.	-
Au niveau du Parc Jean Duclos	Effets visuels forts	Limiter au maximum l'emprise chantier et les déboisements aux abords du terrain des sports Maintenir les continuités piétonnes transversales pendant les travaux Elaboration d'un projet paysager spécifique
Cas des gares et du renouvellement urbain associé	Effets visuels en phase chantier forts mais limités aux abords immédiats des emprises chantier (contexte urbain dense)	Préserver les structures paysagères existantes (alignements d'arbres…) Soigner la tenue et les abords du chantiers (palissade, propreté…)
Impacts en phase exploitation		
Tracé prévu en souterrain	Effets visuels nuls.	-
Nouvelle gare de Sevran-Livry	Gare visible depuis le Canal de l'Ourcq	Renforcement de la végétation sur le talus nord du canal.
Nouvelle gare du Blanc-Mesnil	Bouleversement paysager du Parc Jean Duclos. Effets visuels forts	Réaménager la partie du parc dégradée par le chantier ; Assurer les interfaces entre le nouvel espace public, le parc et les bâtiments voisins.
Requalification urbaine autour des gares	Effets visuels forts Le paysage urbain sera transformé.	Même si les requalifications et réorganisations des espaces urbains induits par l'arrivée du projet ne relèvent pas de la maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris, il convient de veiller à : Ne pas bouleverser le paysage urbain, s'y insérer ou le requalifier ; Prévoir un minimum d'insertion paysagère des nouveaux bâtiments et lui associer une trame verte respectant les structures existantes.

6.8 Patrimoine archéologique

6.8.1 Impacts et mesures en phase chantier

6.8.1.1 Impacts

a) Typologie des impacts

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 :

- à des sites connus et répertoriés ;
- à 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 de ces périmètres de saisine, des seuils ont été définis dans des listes datant de 2002 et de 2004.

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.

Les gares et les ouvrages annexes seront construits en tranchée couverte. La mise en œuvre de tranchées couvertes implique des remaniements du sol et du sous-sol susceptibles d'atteindre les vestiges archéologiques.

b) Effets potentiels

Les vestiges et 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.

Trois secteurs sont concernés par des aménagements prévus sur les périmètres de saisine avec seuil d'archéologie préventive définis par le décret n°2004-490 du 3 juin 2004 relatif aux procédures administratives et financières en matière d'archéologie préventive :
A Gournay-sur-Marne, le seuil de saisine concernant les opérations d'aménagement est de 2 500 m² sur le périmètre du site antique et médiéval. Un ouvrage annexe et sa zone de travaux associée sont prévus sur ce périmètre. La surface de l'ensemble ne devrait pas atteindre le seuil mais cette zone de travaux est également comprise dans un périmètre de saisine sans seuil (inclus dans le premier) puisqu'à proximité des vestiges connus ;

A Chelles, le seuil de saisine concernant les opérations d'aménagement est de 1000 m^2 sur une zone périurbaine antique et médiévale. Un ouvrage annexe et une zone de travaux associée seraient prévus dans ce périmètre. Les surfaces de travaux dans ces zones, pourraient dépasser les 1 000 m². D'autres périmètres (autres sites), avec le même seuil, sont définis sur la communes de Chelles, mais aucun ouvrage n'est prévus dans ceux-ci ;

A Livry-Gargan, le seuil de saisine concernant les opérations d'aménagement est de 5 000m^2 de surface sur l'ensemble de la commune. Trois ouvrages annexes et les zones de travaux associées sont envisagés sur le périmètre. Les surfaces cumulées de ces trois zones de 1 000 à 1 600m² environ ne devraient pas atteindre le seuil de 5 000m².

➔ **Par ailleurs, ces périmètres avec seuil sont tous traversés par le tracé de référence prévu en tunnel (pas de variante au droit de ces périmètres).**

De nombreux périmètres de saisine sans seuil définis par le décret n°2004-490 précité, sont concernés par des aménagements :
A Gournay-sur-Marne : Un ouvrage annexe et une zone de travaux associée seraient prévus sur le périmètre du « site antique et médiéval »,

A Chelles: La gare de Chelles et les emprises chantier associées sont comprises dans le périmètre du site « occupations protohistorique, antique et médiévale »),

A Montfermeil : Une partie de la gare de Clichy-Montfermeil (réalisée en tranchée couverte) et de son emprise chantier pourraient concerner le « site préhistorique ». Un ouvrage annexe et la zone de travaux associée pourraient eux concerner le « site médiéval »,

A Clichy-sous-Bois : La gare de Clichy-Montfermeil (réalisée en tranchée couverte) et son emprise chantier concerneraient le périmètre des « sites antiques et médiévaux ». Un ouvrage annexe et sa zone de travaux associée pourraient concerner le périmètre du site d'« occupation protohistorique »,

A Sevran : Le « Site médiéval » serait concerné par un ouvrage annexe et une zone de travaux associée, le « Bourg ancien » par les travaux de la gare Sevran-Livry,

A Aulnay-sous-Bois : Deux sites sont concernés (« occupations préhistorique, protohistorique et antique » et « Bourg ancien du Blanc-Mesnil, Cours de la Morée »). Un ouvrage annexe est envisagé dans chacun des sites,

Au Blanc-Mesnil : La gare du Blanc-Mesnil et l'emprise chantier associée sont presque entièrement comprises dans le périmètre du site (« occupations préhistorique, antique et médiévale »,

Les sites de Drancy (« site antique ») et du Bourget (« site néolithique ») ne seraient pas touchés par le projet puisqu'aucune émergence n'est envisagée dans ces périmètres. La gare du Bourget RER est toutefois située en marge de ce dernier,

A La Courneuve : Deux sites (« site antique » et « site médiéval ») seraient concernés par des émergences, des ouvrages annexes et les emprises chantier associées, dont celles des gare du Bourget RER. La gare de La Courneuve Six-routes serait en marge du périmètre du site « église et cimetière médiéval »,

A Saint-Denis : Des ouvrages annexes sont envisagés dans les périmètres des sites « Ru de Montfort », « le grand chemin pavé de Saint-Denis à Paris, voie et occupation médiévales » et « Chemin des Fruitiers et environs. Occupation antique »,

A Saint-Ouen : des ouvrages annexes sont également envisagés dans les périmètres des sites « Eglise médiéval, occupations protohistorique et médiévale » et « Bords de Seine et confluent Croult/Seine. Occupation pré-et proto-historique et médiévale ».

➔ **Par ailleurs, en dehors des émergences du projet citées, les périmètres cités précédemment sont généralement traversés par le tracé en tunnel.**

Les différentes émergences, gares et ouvrages annexes évitent les vestiges connus et répertoriés. Ces derniers sont généralement situés dans les zones de saisine avec ou sans seuil.
Toutefois, certains ouvrages annexes sont envisagés à proximité de vestiges connus non inclus

dans des périmètres de saisine (à La Courneuve, au Bourget ou à Chelles par exemple).
L'identification des sites archéologique n'est pas exhaustif mais fournit une information sur la sensibilité archéologique du territoire étudié sans permettre de localiser de nouveaux sites archéologiques potentiels.

6.8.1.2 Mesures d'accompagnement

A l'exception des secteurs où le sol et le sous-sol ont été fortement remaniés au cours de travaux d'aménagements successifs et relativement récents, les impacts sur le patrimoine archéologique sont potentiels sur tout le tracé du réseau, sur le tracé souterrain comme sur les émergences.

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, 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, d'interconnexion, les zones de dépôts, les bassins de traitement des eaux, les ouvrages tels que les puits des tunneliers, les ventilations, les accès pompiers et les tranchées couvertes.

Les mesures réglementaires liées à l'archéologie préventive (prévues par le code du patrimoine) devraient fortement limiter les impacts du projet sur les secteurs où les sites sont connus ou marqués par la présence d'indices, et même permettre l'amélioration des connaissances de certains sites.

L'archéologie préventive et les délais de prescriptions et de réalisation du diagnostic et éventuellement de fouilles sont à prendre en compte dans le planning du projet.

De plus, le risque d'impact le plus fort concerne principalement les secteurs archéologiques non connus ou non soupçonnés à ce jour. En effet, les travaux peuvent mettre à jour des vestiges inconnus. Dans ce cas, la réglementation sur les découvertes fortuites s'applique et des mesures particulières seront prises au cours du chantier.

6.8.2 Impacts et mesures en phase exploitation

Il n'y a pas d'effets en phase exploitation sur le patrimoine archéologique.

6.9 Synthèse à l'échelle du Grand Paris Express

ELEMENTS A L'ECHELLE DU GRAND PARIS EXPRESS

Milieux naturels, faune et flore

L'effet d'emprise et la modification des conditions hydrologiques sont les deux principaux effets attendus pour le projet de métro du Grand Paris express.

L'effet d'emprise est très limité pour les sections en souterrain. Il convient d'étudier les effets indirects liés aux modifications éventuelles dans les circulations d'eaux souterraines.

S'agissant des ouvrages émergents, ils s'implantent sur des surfaces limitées, et sont très ponctuels. Des inventaires ont été conduit sur les sites les plus sensibles, d'autres plus approfondis sont prévus, notamment pour la constitution des dossiers réglementaires espèces protégées.

Les sections en aérien sont susceptibles d'entrainer des effets plus importants sur les milieux naturels. Ces sections sont localisées au niveau du plateau de Saclay et du Triangle de Gonesse. La réalisation d'inventaires écologiques approfondis permettra de définir précisément les enjeux locaux, une attention particulière sera également portée sur les fonctionnalités écologiques existantes, notamment les continuités (trame verte et bleue).

Pour l'ensemble de ces types d'ouvrages, la mise en œuvre de mesures adaptées et spécifiques permettra de limiter les effets négatifs potentiels du projet. Ces mesures sont présentées spécifiquement pour chaque tronçon du réseau de transport.

Natura 2000

Le fuseau d'étude du schéma d'ensemble du Grand Paris intersecte deux sites Natura 2000 : la ZPS «Sites de Seine-Saint-Denis » et la ZPS « Massif de Rambouillet et zones humides proches ». Ces deux sites font dans ce cadre l'objet d'une évaluation des incidences au titre de Natura 2000 approfondie.

La ZSC « Bois de Vaires-sur-Marne » (hors fuseau d'étude), désignée en raison de la présence du Triton crêté, (amphibien) et d'une mégaphorbiaie (zones humides), est potentiellement en interaction hydrologique avec les gares de Chelles (Ligne 16) et de Neuilly-Hôpitaux (Ligne 11), en raison des tranchées couvertes envisagées à ce stade pour construire ces gares (technique nécessitant potentiellement des rabattements de nappe).

En l'état des connaissances, les effets des tronçons sur les sites Natura 2000 de la région Ile-de-France sont considérés comme non significatifs.

Paysage

Pour l'ensemble du réseau, les ouvrages émergents ponctuels feront l'objet d'une intégration paysagère et architecturale adaptée. Ainsi, les ouvrages annexes seront dans la mesure du possible au niveau du sol sans émergence en hauteur. Pour les gares, des architectes seront désignés pour leur intégration. Ces travaux se feront en concertation avec les collectivités concernées. Les phases de chantier pourront être impactantes en termes de paysage et de cadre de vie pour les riverains. La mise en œuvre des mesures présentées dans le présent dossier permettront de les réduire ces effets négatifs éventuels.

S'agissant des sections en aérien, des modélisations seront réalisées et comprendront notamment des photomontages pour une meilleure visualisation des effets avec le projet.

Patrimoine protégé

Les impacts potentiels du projet de métro sur le patrimoine culturel protégé sont essentiellement liés aux effets visuels directs ou indirects, qu'ils soient temporaires ou permanents.

Archéologie

Sur les sections en aérien et de manière ponctuelle au niveau des ouvrages et gares sur les sections en souterrain, des incidences vis-à-vis de l'archéologie sont potentiels. Toutefois, de manière générale, les impacts sur le patrimoine archéologique seront a priori faibles étant donné le caractère déjà fortement remanié des terrains de l'aire d'étude sur les sections en souterrain et la profondeur du tunnel. Le risque d'impact le plus fort concerne principalement les secteurs archéologiques non connus ou non soupçonnés à ce jour, que les travaux pourront mettre à jour. Dans ce cas des mesures particulières devront être prises au cours du chantier pour limiter cet impact.

Agriculture

L'effet d'emprise est le principal impact direct identifié à ce stade pour le scénario aérien, dont résultent la consommation de terres agricoles et la fragmentation de l'espace agricole notamment (coupure siège exploitation / terrain).

Pour le scénario souterrain, le contexte urbain et périurbain de la zone d'étude limitent les impacts potentiels sur les milieux agricoles.

S'agissant des sections en aérien (Triangle de Gonesse, Plateau de Saclay), une attention particulière sera portée sur le maintien des fonctionnalités agricoles et le respect des surfaces agricoles sanctuarisées notamment à Saclay.

7 Milieu Humain – Analyse des impacts et des mesures d’accompagnement

7.1 Mobilité

7.1.1 Impacts et mesures en phase chantier

7.1.1.1 Impacts

Directs

Les emprises des chantiers constitueront autant d'obstacles ponctuels pour la circulation des voitures, des transports en commun et surtout des modes actifs (vélo et piétons) plus sensibles aux déviations d'itinéraires. La suppression temporaire de places de stationnement est également susceptible d'impacter l'accessibilité des zones à proximité des chantiers.

Les chantiers auront également un impact sur la mobilité à l'échelle de l'ensemble de la zone d'étude principalement à cause du charroi généré sur le réseau routier pour le transport des déblais et des matériaux nécessaires à l'édification des infrastructures.

L'intensité de l'impact sera fonction :

- du phasage du chantier et du planning. Les chantiers entrepris simultanément 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. Les réseaux routiers sont déjà largement saturés, ce qui n'est pas le cas de la voie d'eau et du rail.
- Des axes empruntés et des fenêtres temporelles. Un plan de circulation tenant compte des particularités locales pourrait permettre de réduire les incidences.

Le schéma directeur d'évacuation des déblais, établi par le maître d'ouvrage, 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.

Le tableau suivant présente les voies où l'impact des zones de chantier représentera un enjeu très fort (trafic à l'heure de pointe du matin supérieur à 9000 véhicules), fort (supérieur à 3000), modéré (supérieur à 200) ou faible (inférieur à 200). Cette graduation des enjeux est déterminée sur 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.

Tableau 7.1-1 : Enjeux liés à l'impact des zones de chantier sur le trafic routier. Source : Stratec, à partir de données DRIEA (SCEP/DPAT)

Voie	Commune(s)	Enjeu
Bd de Champy-Nesles	Champs-sur-Marne	Très fort
Sous viaduc A86	Saint-Denis, Aubervilliers	Faible
RD30 / Place de l'Armistice	La Courneuve	Très fort
Voie Primaire Nord/Bd de Champy-Nesles	Champs-sur-Marne	Très fort
D104 / Av. Paul Doumer	Gournay-sur-Marne	Fort
Rue du Commandant Rolland	Le Bourget	Fort
Av. Jean Jaurès	Montfermeil	Fort
Proximité RN3	Livry-Gargan	Modéré
RN2	Aulnay	Modéré
Bd du Ru de Nesles	Noisy-le-Grand	Très fort
Allée de Coubron	Clichy-sous-Bois	Modéré
Avenue de la Division Leclerc	Drancy	Modéré
Parc Jacques Duclos, Av. de la Division Leclerc, Av. Albert Einstein	Le Blanc-Mesnil	Modéré
Bd Chilpéric	Chelles	Modéré
Quai Chatelier	L'Ile-Saint-Denis	Modéré
Place de la Gare et Av. Henri Barbusse	Sevran	Fort
Rue Grimau/Rue Gorki	Le Blanc-Mesnil	Modéré

Quatre sites sont identifiés comme représentant un enjeu très fort, quatre un enjeu fort, huit un enjeu modéré et un, un enjeu faible. Les sites à enjeux très forts à modérés devront faire l'objet d'une attention particulière pour éviter les perturbations importantes du trafic.

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).

Cumulés

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 :

- Travaux de la ligne 17 du Grand Paris Express entre Le Bourget RER et Gonesse,
- Travaux de la ligne 15 du Grand Paris Express entre Saint-Denis-Pleyel et Rosny-Bois Perrier,
- Travaux de la Tangentielle Nord phase 2 au niveau de la gare du Bourget RER,
- Travaux du Tramway T4 au niveau de la gare de Clichy Montfermeil, le cas échéant.

Le phasage des travaux se fera donc en concertation avec les responsables de ces autres chantiers susceptibles d'interagir avec ceux du projet.

7.1.1.2 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement et de réduction

A) Circulation automobile

En ce qui concerne la circulation des voitures, les différents chantiers engendreront des modifications ou des coupures de certains axes. Les chantiers entraîneront également un charroi important de camions qui viendra s'ajouter au trafic actuel.

Comme évoqué précédemment, un schéma directeur d'évacuation des déblais a déjà été élaboré par le maître d'ouvrage afin d'assurer une réduction des impacts liés au charroi sur les circulations. Ce schéma directeur sera précisé, au fur et à mesure de l'avancement du projet afin de limiter au maximum les impacts. Le charroi nécessaire à l'évacuation des terres et à l'acheminement des matériaux de construction devra notamment être évalué avec plus de précision en collaboration avec les entrepreneurs du chantier.

A proximité des zones de chantier, de nombreux itinéraires seront temporairement modifiés durant les travaux. Pour éviter les détours importants qui pourraient être causés par ces changements d'itinéraires, un plan de circulation sera également mis en place.

B) Modes actifs

Les chantiers influenceront également les cheminements piétons à leur proximité. Ces cheminements seront maintenus ou déviés, en maintenant leur accessibilité aux personnes à mobilité réduite, et les modifications seront adéquatement balisées.

La circulation des cyclistes sur la chaussée restera également sûre pendant la durée des travaux. Les revêtements seront gardés raisonnablement propres (enlèvement régulier des boues et des gravillons pour éviter les risques de dérapage) et raisonnablement praticables sans danger. Un éclairage suffisant sera assuré.

C) Transports en commun

Certains chantiers se situent à proximité immédiate de lignes de transports en commun fortement chargées (RER A, RER B, RER E, RER D). Durant les travaux, le maître d'ouvrage veillera à ne pas détériorer la qualité de service sur ces axes et à maintenir l'accessibilité des stations de métro ou des gares de RER. Les mesures éventuelles portant sur les itinéraires ou les arrêts de certaines lignes de bus seront établies en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés, et feront l'objet d'une information claire à l'intention du public durant toute la phase chantier.

D) Stationnement

Concernant le stationnement, le maître d'ouvrage planifiera les travaux de manière à limiter au maximum la diminution du stationnement particulièrement à proximité des gares de RER où le stationnement est très contraint.

Effets résiduels et mesures de compensation

Grâce à la mise en place de mesures adéquates de déviation et de sécurisation des itinéraires, les impacts résiduels des chantiers devraient être minimisés. Il n'y a donc pas de mesures de compensation spécifiquement prévues du point de vue de la mobilité.

Mesures de suivi dans le temps

- Suivre le taux de satisfaction des usagers des gares et lignes impactées par le projet ;
- Observer le taux d'occupation du stationnement à proximité des gares impactées par le projet ;
- Observer la saturation des voies de détournement quand un axe est fermé du fait des chantiers.

Ces suivis, qui pourront être menés par les autorités et gestionnaires compétents en liaison avec le maître d'ouvrage, doivent permettre une gestion dynamique du plan de circulation en fonction des dysfonctionnements observés.

7.1.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

7.1.2.1 Impacts du projet à l'horizon 2023 (mise en service)

Les indicateurs présentés dans cette partie comparent la situation « avec projet » à la mise en service de ce dernier (horizon 2023) à la situation « sans projet », aussi appelée situation « de référence ». La situation de référence correspond à la situation optimisée la plus probable en l'absence de projet à l'horizon considéré : elle est construite ici en prenant notamment en compte les tronçons du Grand Paris Express prévus pour être en service à l'horizon 2023, à l'exception de ceux qui constituent expressément le projet soumis à la présente enquête préalable à déclaration d'utilité publique (i.e. tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel et Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel). 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, dans le contexte plus général de la mise en œuvre progressive du Grand Paris Express.

Directs

A) L'offre en mobilité apportée par le projet

La carte suivante présente la ligne à l'étude dans le réseau ferré lourd à l'horizon 2023. Les lignes apparaissant en pointillés ne seront pas encore en service.

Sur les dix gares de la ligne 16, six offrent une correspondance avec au moins une ligne ferrée structurante (RER, métro). L'offre est particulièrement bien développée pour les gares du Bourget RER (correspondances avec le RER B et la Tangentielle Nord), de Noisy-Champs (correspondances avec le RER A et la ligne 15, en service entre Pont de Sèvres et Noisy-Champs) et de Saint-Denis – Pleyel (correspondances avec la ligne 14, prolongée depuis Mairie de Saint-Ouen dans le cadre du présent projet, ainsi qu'avec le RER D). Des

correspondances avec le réseau de tramway sont par ailleurs possibles à La Courneuve-Six Routes (ligne T1) et à Clichy-Montfermeil (ligne T4).

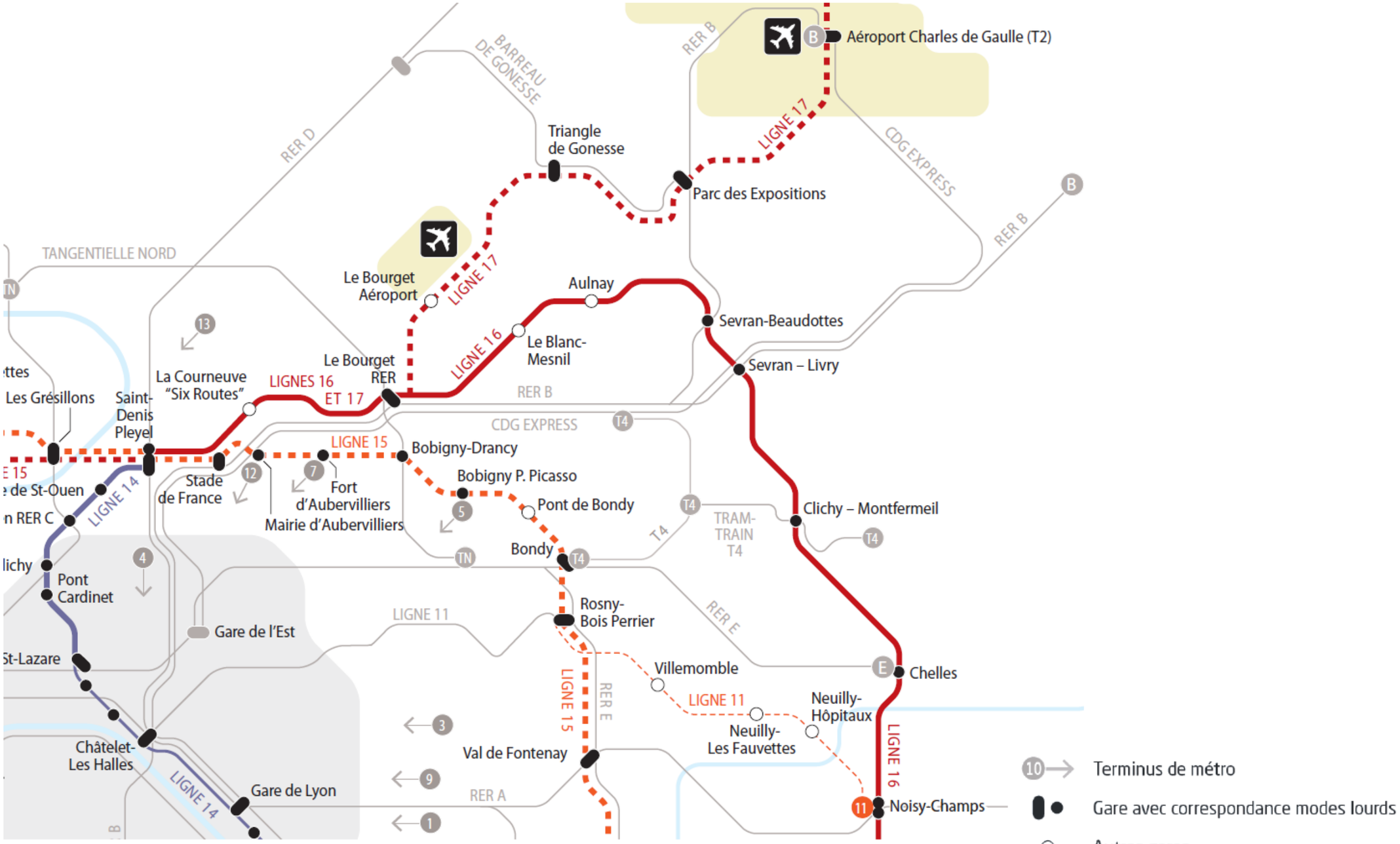


Figure 7.1-1 : Carte de situation du tronçon par rapport au réseau TC 2023. Source : SGP, Stratec

B) Incidences sur la demande en déplacements

Les résultats suivants se basent sur un périmètre d'étude déterminé par les zones Modus[22] comprises dans le périmètre défini en phase 1 - état des lieux (qui lui-même correspond à un regroupement de communes).

- Déplacements tous modes :

Le tableau suivant présente par destination l'évolution du nombre de déplacements ayant leur origine dans le périmètre de l'étude, en 2023, avec et sans projet.

Tableau 7.1-2 : Evolution entre le projet et la référence de la répartition des déplacements tous modes, débutant dans le périmètre d'étude selon leur destination, un jour ouvrable moyen, en 2023. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Destination	Nombre de déplacements en référence	Evolution entre le projet et la référence
Paris	328 400	-0,1%
Seine-et-Marne	111 200	-0,1%
Yvelines	17 500	+0,6%
Essonne	10 400	+0,0%
Hauts-de-Seine	160 900	+0,1%
Seine-Saint-Denis	382 900	0,0%
Val-de-Marne	117 400	0,0%
Val-d'Oise	129 300	+0,2%
Périmètre	1 986 800	0,0%
Total	3 244 800	0,0%

Le nombre de déplacements tous modes débutant dans le périmètre de l'étude et leur répartition par destination ne varie pas significativement entre la situation sans projet (référence) et avec projet. Le projet a surtout une incidence sur la répartition modale de ces déplacements, et particulièrement sur la structure des déplacements effectués en transports en commun (ci-après).

- Déplacements en transports en commun :

Le tableau suivant illustre l'importante contribution du projet dans l'accroissement des déplacements en transports publics au départ de la zone d'étude (presque +3% au total). Ces augmentations sont particulièrement importantes vers la Seine-et-Marne et le Val-de-Marne, départements vers lesquels les possibilités d'itinéraires sont peu développées en référence. Au contraire, la demande vers Paris ne progresse pratiquement pas, du fait de l'offre bien fournie en référence.

Tableau 7.1-3 : Evolution entre le projet et la référence de la répartition des déplacements en transports publics, débutant dans le périmètre d'étude selon leur destination, un jour ouvrable moyen, en 2023. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Destination	Nombre de déplacements en référence	Evolution entre le projet et la référence
Paris	167 600	+0,6%
Seine-et-Marne	17 300	+12,1%
Yvelines	9 000	+1,1%
Essonne	6 800	+2,9%
Hauts-de-Seine	50 800	+2,4%
Seine-Saint-Denis	93 500	+1,6%
Val-de-Marne	37 300	+7,0%
Val-d'Oise	25 200	+3,2%
Périmètre	229 800	+3,4%
Total	637 300	+2,7%

C) Incidences sur le report modal

Le report modal se définit comme l'augmentation de la part modale[23] d'un mode alors que celle d'un ou de plusieurs autres modes diminue. On la quantifie le plus souvent en points de part modale gagnés ou perdus.

Le tableau ci-après présente le report modal induit par le projet, à l'horizon 2023 et par destination.

Tableau 7.1-4 : Evolution des parts modales selon les destinations, entre le projet et la référence, pour les déplacements débutant dans la zone d'étude, un jour ouvrable moyen, en 2023. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Destination	Automobile (points de %)	Transports publics (points de %)
Paris	-0,3	+0,3
Seine-et-Marne	-1,9	+1,9
Yvelines	-0,6	+0,6
Essonne	-1,6	+1,6
Hauts-de-Seine	-0,7	+0,7
Seine-Saint-Denis	-0,4	+0,4
Val-de-Marne	-2,2	+2,2
Val-d'Oise	-0,6	+0,6
Périmètre	-0,4	+0,4
Total	**-0,5**	**+0,5**

[22] *Le zonage Modus correspond au découpage du territoire utilisé dans le cadre de la modélisation exploitée dans cette étude.*

[23] *C'est-à-dire le nombre de déplacements utilisant ce mode divisé par le nombre total des déplacements*

Les résultats montrent que la part modale des transports publics augmente, au total, de 0,5 points avec projet. Au contraire, la part modale de la voiture diminue de la même valeur. La part modale des transports en commun augmente le plus fortement pour les déplacements à destination du Val-de-Marne et de la Seine-et-Marne.

D) Incidences sur la fréquentation des réseaux

Réseau TC

Ces éléments sont présentés dans la pièce H, à laquelle le lecteur est invité à se référer.

Réseau VP

- Charge observée et différence de charge

La carte ci-après présente la charge sur le réseau routier à la pointe du matin, en 2023 et avec projet à proximité du périmètre d'étude.

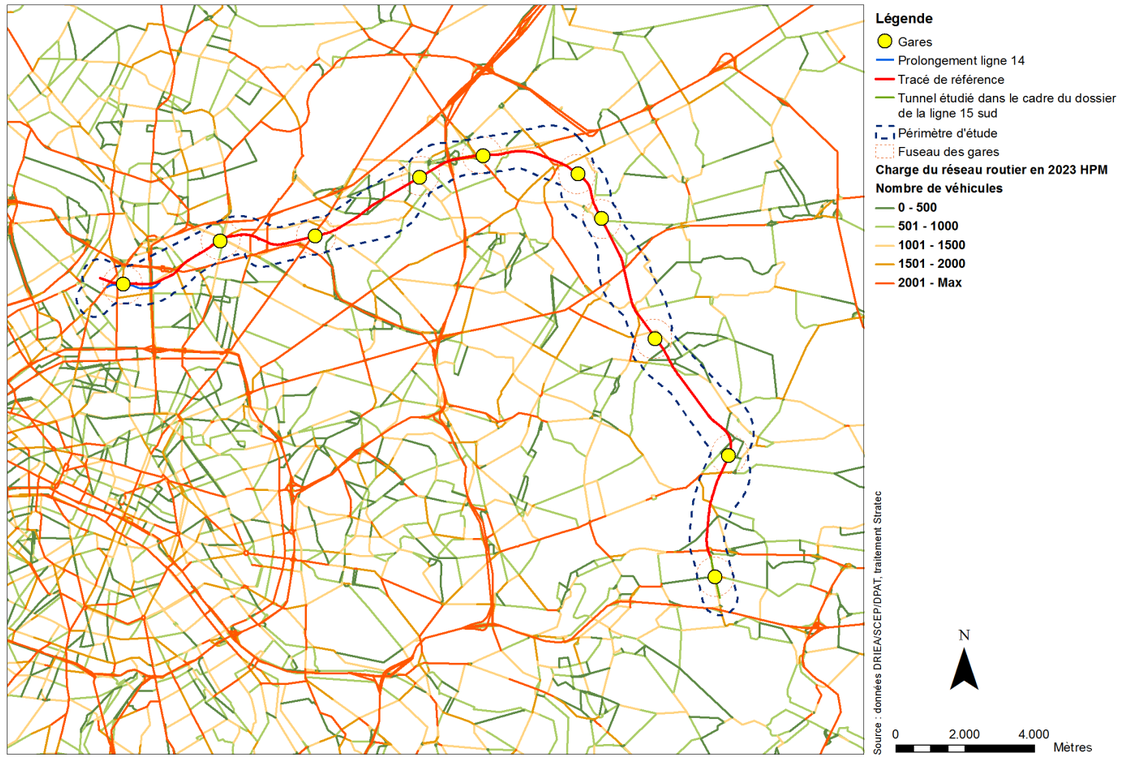


Figure 7.1-2 : Charge sur le réseau routier en 2023, à l'heure de pointe du matin, avec projet. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Les axes les plus chargés restent les principales voies rapides que sont le Boulevard Périphérique et les autoroutes A1, A3, A4 et A86 ainsi que le réseau de routes nationales et départementales comme la RN1, la RN2, la RN3 et la RN17.

Le projet apporte toutefois une diminution significative des véhicules-kilomètres : dans le périmètre d'étude, on observe une diminution de 6 250 véhicules-kilomètres à la pointe du matin, soit une diminution de 1,5% par rapport à la référence.

La carte suivante présente les augmentations et diminutions de charge entre le projet et la référence.

Dans le périmètre d'étude, des diminutions de plus de 5% de la charge sont observées sur un nombre important d'axes : 19% du linéaire de voirie voit sa charge diminuer de 5% au moins, alors que 2% du linéaire seulement voit sa charge augmenter de plus de 5%.

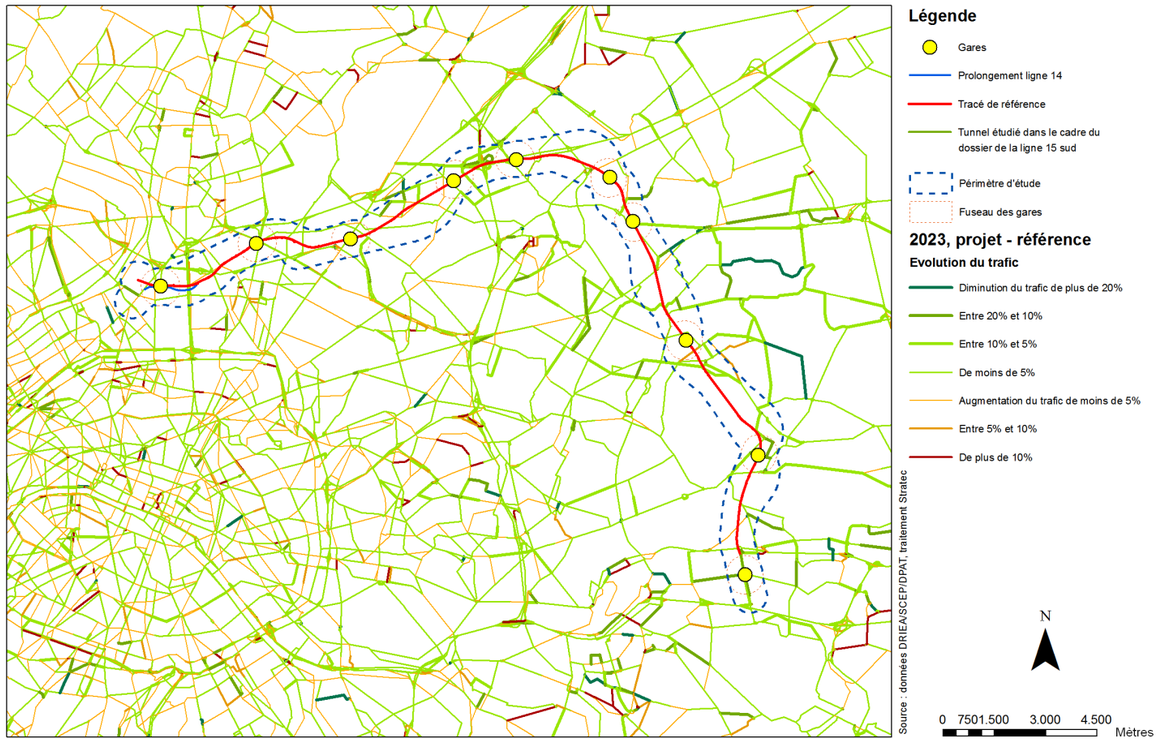


Figure 7.1-3 : Différences de charge sur le réseau routier en 2023, entre les situations avec et sans projet. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

- Saturation

Le niveau de saturation d'un segment de voirie est défini par la division de la charge observée par la capacité de la voirie.

Le tableau qui suit présente l'évolution du linéaire de voirie saturée à plus de 60% et 80% pour l'ensemble de la Région Ile-de-France, avec et sans projet, en 2023.

Tableau 7.1-5 : Evolution du linéaire de voirie francilienne saturée entre la référence et le projet, en 2023. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Linéaire de voirie saturée à plus de :	80%	60%
Projet, 2023, HPM	1 033,0 km	1 902,0 km
Référence, 2023, HPM	1 045,4 km	1 915,3 km
Gains	-12,4 km	-13,3 km
	-1,18 %	-0,69 %

Le projet a un impact positif sur la congestion : il permet de diminuer le linéaire saturé à plus de 80% de 12,4km, et celui saturé à plus de 60% de 13,3km. Cela correspond respectivement à une diminution de 1,18% et de 0,69% du linéaire saturé.

Indirects

Les impacts indirects de l'amélioration de l'accessibilité induite par le métro sont nombreux. Ils se traduisent notamment par des effets socio-économiques importants. Pour plus de détails sur ces impacts il convient de se référer au rapport de l'étude spécifique sur ce sujet (chapitres H3 et H4 de la pièce H du présent dossier d'enquête préalable à déclaration d'utilité publique).

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.

7.1.2.2 Impacts 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 (i.e. tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel et Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel). Cette partie est donc complémentaire de la précédente, qui s'attachait à décrire les impacts sur les déplacements du projet soumis à l'enquête, à son premier horizon de mise en service.

Dans cette partie, la situation « avec projet » correspond ainsi à la configuration de réseau prenant en compte l'ensemble des tronçons du Grand Paris Express mis en service à l'horizon cible 2030 ; la situation « sans projet » correspond à une situation théorique dans laquelle *aucun* des tronçons du Grand Paris Express ne serait réalisé à l'horizon 2030.

Les éléments présentés ici permettent donc d'apprécier plus généralement les impacts liés à la réalisation du projet au sein du programme du nouveau Grand Paris.

Directs et indirects

A) L'offre en mobilité apportée par le projet

A l'horizon 2030, le projet s'inscrit dans une offre en transports publics davantage développée qu'en 2023. La quasi-totalité du Grand Paris Express (hors sections Versailles – Rueil – Nanterre et Saint-Denis Pleyel – Colombes – Nanterre) sera ainsi en service.

La carte ci-dessous reprend les principaux réseaux lourds exploités à cet horizon dans le secteur d'étude. Les gares permettant le plus de correspondances de la ligne 16 vers les autres réseaux lourds sont Saint-Denis – Pleyel (lignes 14, 15 et 17, ainsi que RER D ou Transilien), Le Bourget RER (RER B, Tangentielle Nord, ligne 17) et Noisy-Champs (RER A, ligne 11 et ligne 15).

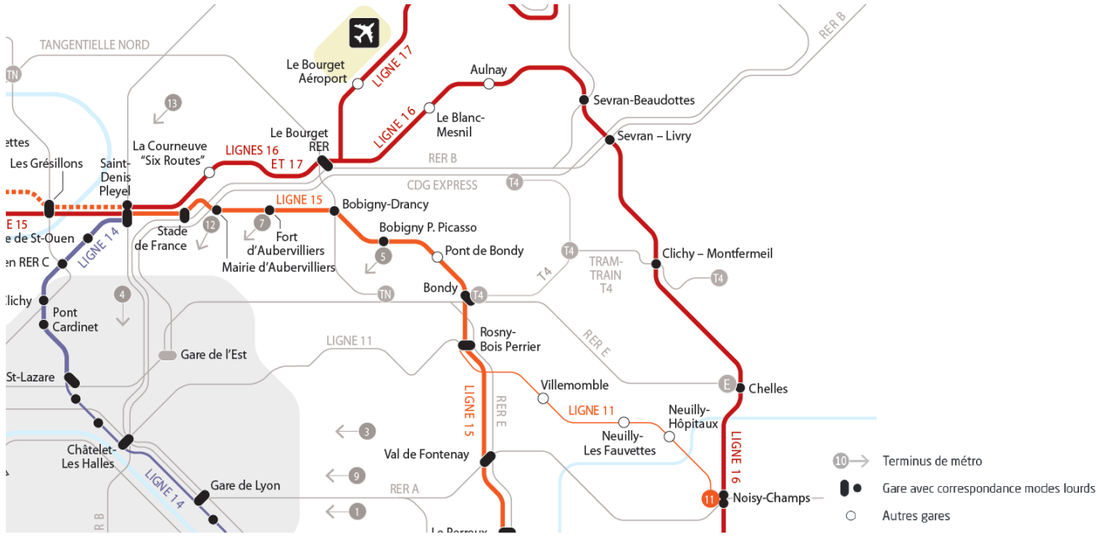


Figure 7.1-4 : Carte de situation du tronçon par rapport au réseau TC 2030. Source : SGP, Stratec

B) Incidences sur la demande en déplacements

Répartition des destinations

L'offre apportée par le Grand Paris Express a des impacts significatifs sur la mobilité à l'échelle du périmètre d'étude. Les tableaux qui suivent présentent l'évolution du nombre de déplacements ayant leur origine dans le périmètre d'étude selon le mode (tous modes ou transports publics) et le département de destination.

Alors que le nombre total des déplacements émis par la zone d'étude ne varie pas entre la référence et le projet, la répartition des destinations par contre évolue fortement.

Le nombre de déplacements internes au périmètre d'étude diminue ainsi de 1,6%. Cette diminution profite aux destinations plus éloignées de la zone d'étude comme les Yvelines (+11,2%), l'Essonne (+10,7%), le Val-de-Marne (+9,1%) et les Hauts-de-Seine (+7,6%), territoires vers lesquels les déplacements sont facilités grâce à la nouvelle offre apportée par le Grand Paris Express. On notera toutefois que, pour les deux premiers départements, les volumes restent comparativement faibles malgré leur augmentation.

- Déplacements tous modes :

Tableau 7.1-6 : 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	348 900	+0,2%
Seine-et-Marne	116 300	+1,9%
Yvelines	18 200	+11,2%
Essonne	10 400	+10,7%
Hauts-de-Seine	172 500	+7,6%
Seine-Saint-Denis	399 900	+0,8%
Val-de-Marne	120 000	+9,1%
Val-d'Oise	135 400	+0,6%
Périmètre	2 124 300	-1,6%
Total	3 446 000	**+0,0%**

Le nombre de déplacements en transports publics débutant dans la zone d'étude augmente considérablement avec projet (+8,2%). Cette augmentation est d'autant plus flagrante vers les départements où l'offre en transports publics est grandement améliorée par l'ensemble des liaisons nouvelles apportées par le Grand Paris Express. L'augmentation à destination du Val-de-Marne est de l'ordre de 30%, celle vers les Hauts-de-Seine de 24%. L'augmentation la moins importante est observée à destination de Paris (+1,3%), là où l'offre est sans projet déjà bien constituée.

- Déplacements en transports en commun :

Tableau 7.1-7 : Evolution entre le projet et la référence de la répartition des déplacements en transports publics, débutant dans le périmètre d'étude selon leur destination, un jour ouvrable moyen, en 2030. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

Destination	Nombre de déplacements en référence	Evolution entre le projet et la référence
Paris	179 900	+1,3%
Seine-et-Marne	19 500	+20,4%
Yvelines	9 400	+22,1%
Essonne	6 800	+17,2%
Hauts-de-Seine	54 400	+24,4%
Seine-Saint-Denis	99 900	+6,7%
Val-de-Marne	37 200	+29,9%
Val-d'Oise	28 000	+8,3%
Périmètre	247 800	+5,4%
Total	682 900	**+8,2%**

C) Incidences sur le report modal

Comme le montre le tableau suivant, le report modal induit en faveur des transports publics est de l'ordre de 1,6 points. La part modale des transports en commun augmente le plus fortement à destination du Val-de-Marne (+5,6 points), des Yvelines (+5,1 points, mais pour des volumes de déplacements faibles) et des Hauts-de-Seine (+4,9 points). Symétriquement, ce sont vers ces départements que la part modale de la voiture diminue le plus.

Tableau 7.1-8 : 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	Automobile (points de %)	Transports publics (points de %)
Paris	-0,5	+0,5
Seine-et-Marne	-3,0	+3,1
Yvelines	-5,1	+5,1
Essonne	-3,8	+3,8
Hauts-de-Seine	-3,9	+4,9
Seine-Saint-Denis	-1,1	+1,5
Val-de-Marne	-5,6	+5,9
Val-d'Oise	-1,6	+1,6
Périmètre	-0,1	+0,8
Total	**-0,6**	**+1,6**

D) Incidences sur la fréquentation des réseaux

Réseau TC

Ces éléments sont présentés dans la pièce H, à laquelle le lecteur est invité à se référer.

Réseau VP

- Charge observée et différence de charge

La carte suivante présente pour l'horizon 2030 le réseau routier chargé à la pointe du matin, avec projet à proximité du périmètre d'étude.

Comme pour l'horizon 2023, les voies qui présentent les charges les plus importantes sont le Boulevard Périphérique, les autoroutes A1, A3, A4 et A86 ainsi que le réseau de routes nationales et départementales comme la RN1, la RN2, la RN3 et la RN17.

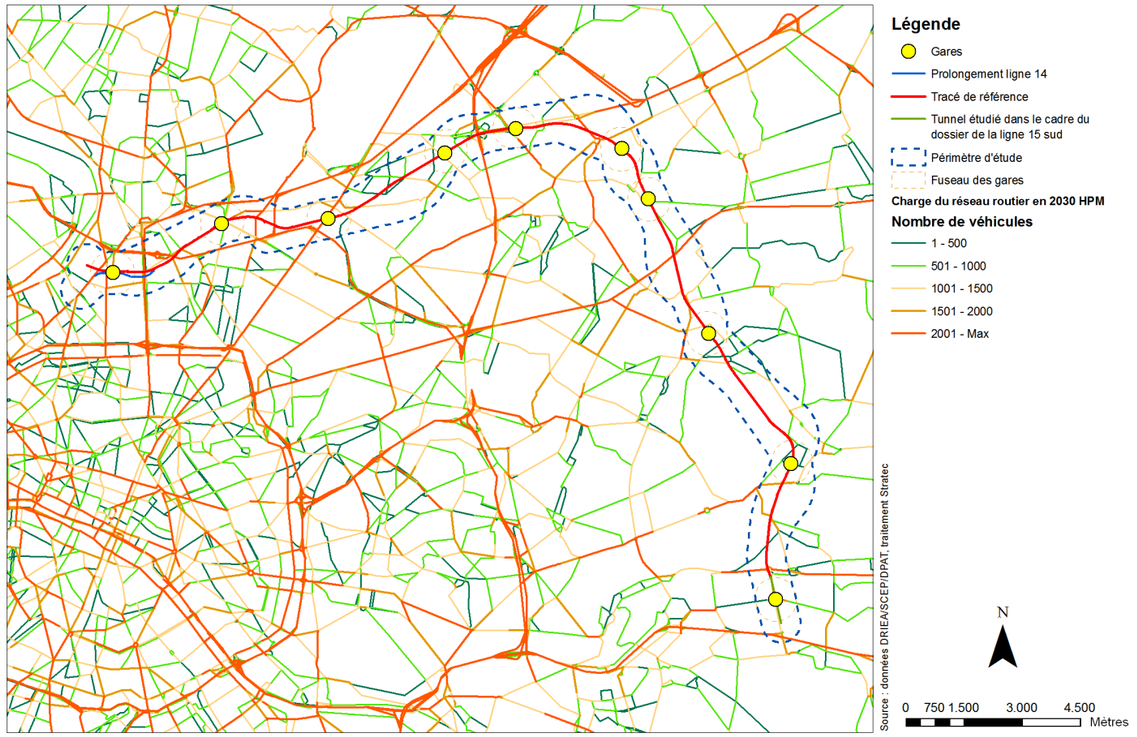


Figure 7.1-5 : Charge sur le réseau routier en 2030, à l'heure de pointe du matin, avec projet. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

La réalisation du Grand Paris Express apporte une diminution significative des véhicules*km dans le secteur d'étude, par rapport à la situation de référence sans projet : dans le périmètre d'étude on relève une diminution de 6 080 véhicules-kilomètres à la pointe du matin, ce qui correspond à une diminution de 1,4% par rapport à la référence.

La carte suivante présente les augmentations et diminutions de charge entre situation de projet et situation de référence.

Dans le périmètre d'étude, des diminutions de plus de 5% de la charge sont observées sur un nombre important d'axes : 11,4% du linéaire de voirie voit sa charge diminuer de 5% au moins, alors que seulement 1,7% du linéaire voit sa charge augmenter de plus de 5%.

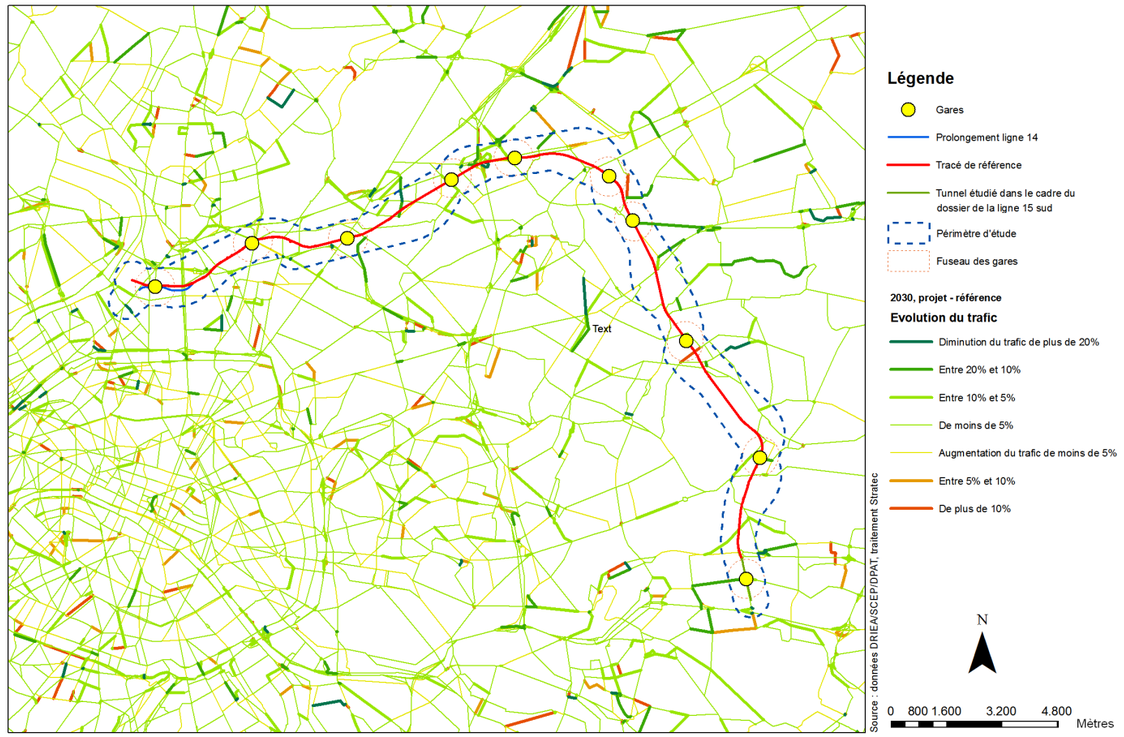


Figure 7.1-6 : Différences de charge sur le réseau routier en 2030, entre les situations avec et sans projet. Source : données DRIEA/SCEP/DPAT, traitement Stratec

- Congestion observée et différence

Le tableau ci-après montre l'évolution du linéaire de voirie saturée à plus de 60% et 80% pour l'ensemble de la Région Ile-de-France, avec et sans réalisation du Grand Paris Express, en 2030.

Tableau 7.1-9 : 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%**	**60%**
Projet, 2030, HPM	1 050,7 km	1 927,2 km
Référence, 2030, HPM	1 083,1 km	1 953,1 km
Gains	-32,4 km	-25,8 km
	-2,99 %	-1,32 %

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 32,4km, et celui saturé à plus de 60% de 25,8km. Cela correspond respectivement à une diminution de 2,99% et de 1,32% du linéaire saturé.

Effets localisés au niveau des gares

Modes d'accès aux gares

La répartition du mode d'accès aux gares du projet a été déterminée lors d'une étude sur le stationnement menée par le maître d'ouvrage (Etude portant sur la création, la reconfiguration ou la reconstitution de parkings publics aux abords des gares du réseau de transport public du Grand Paris, en cours). Les parts modales pour chaque gare du projet sont données dans les tableaux ci-après.

Tableau 7.1-10 : Hypothèses de répartition modale pour l'accès à chaque gare du projet dans l'étude de stationnement. Source : Société du Grand Paris.

Gare	Conducteur et passager d'une voiture garée	Déposé en voiture repartie	Bus	Marche et vélo
Noisy-Champs	10%	5%	33%	52%
Chelles	12%	7%	32%	49%
Clichy Montfermeil	13%	7%	28%	51%
Sevran-Livry	11%	6%	36%	47%
Sevran-Beaudottes	11%	6%	41%	43%
Aulnay	14%	7%	29%	50%
Le Blanc-Mesnil	8%	4%	39%	50%
Le Bourget RER	7%	4%	39%	51%
La Courneuve - Six Routes	6%	4%	32%	58%
Saint-Denis - Pleyel	7%	4%	38%	50%

Saturation du réseau routier à proximité de la gare

Les enjeux du projet vis-à-vis de la congestion à proximité des gares peuvent être évalués en croisant deux indicateurs : la saturation du réseau routier à proximité de la gare et la part modale d'accès en voiture à la gare.

Le tableau qui suit présente pour les gares du périmètre d'étude ces deux paramètres.

Tableau 7.1-11 : Classement des gares du projet en fonction de l'enjeu de congestion

Gare	Saturation du réseau routier dans le périmètre de 500m autour de la gare en 2030 avec projet, à l'HPM		Part modale d'accès en voiture		Enjeu
	% du linéaire de voirie saturé à plus de 80%	Enjeu	Part modale	Enjeu	
Saint-Denis - Pleyel	26%	Fort	7%	Modéré	Fort
La Courneuve - Six Routes	27%	Fort	6%	Modéré	Fort
Le Bourget RER	48%	Très fort	7%	Modéré	Fort
Le Blanc-Mesnil	5%	Faible	8%	Modéré	Modéré
Aulnay	0%	Faible	14%	Fort	Modéré
Sevran-Beaudottes	50%	Très fort	11%	Fort	Très fort
Sevran-Livry	10%	Modéré	11%	Fort	Fort
Clichy-Montfermeil	36%	Fort	13%	Fort	Très fort
Chelles-Gournay	18%	Modéré	12%	Fort	Fort
Noisy-Champs	13%	Modéré	10%	Modéré	Modéré

Pour les gares de Sevran-Beaudottes et de Clichy-Montfermeil, la saturation avec projet, en 2030 à proximité de la gare est forte (50% et 36% du linéaire saturé à plus de 80%) et la part modale d'accès en voiture est importante (respectivement 11% et 13%). Sans mesure d'accompagnement, le trafic routier vers la gare augmentera ainsi que le niveau de congestion sur les voiries à proximité de ces gares.

Cumulés

A nouveau, tous les projets en cours d'étude ou de construction qui seront en service à l'horizon d'étude ont été pris en compte dans les modélisation. L'approche choisie permet donc de considérer tous les effets cumulés en intégrant dans un seul outil systémique, l'ensemble des projets qui interagiront.

7.1.2.3 Mesures d'accompagnement

Les effets positifs qu'apporte le Réseau de transport du Grand Paris dans le périmètre de la ligne étudiée pourront être accentués par la mise en œuvre de mesures d'accompagnement. Ces mesures sont fortement liées aux politiques de développement territorial et sont décrites notamment dans la partie relative à la population, l'emploi et l'occupation du sol. Par exemple, il est conseillé, afin d'augmenter encore plus l'efficacité du nouveau métro, de densifier fortement l'habitat et les activités autour des futures gares, et ce afin d'endiguer l'étalement urbain.

7.1.3 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

Le projet, de par les correspondances qu'il offre et les territoires qu'il dessert, est un maillon essentiel du projet de réseau de transport public du Grand Paris.

Le report modal induit par le projet est important : les déplacements qui débutent à l'intérieur du périmètre d'étude augmentent de 2,7% pour les transports publics tandis qu'ils diminuent de 0,6% pour la voiture entre le projet et la référence.

Localement, la mise en service du métro automatique permettra d'améliorer le maillage du réseau existant. Cinq des neuf gares de la ligne étudiée offriront une correspondance avec le RER ou le métro[24].

Pôles d'échange mais aussi pôles de vie urbaine, elles permettront de placer les territoires de la Petite et de la Grande Couronnes au cœur du réseau de transport public de demain, favorisant la mobilité en banlieue et créant des pôles d'attraction périphériques.

Le réseau de transport public du Grand Paris aura également un impact positif en soulageant les axes radiaux congestionnés, principalement les lignes RER. Ces diminutions permettent de rétablir la régularité et de retrouver des normes de confort élevées.

Le projet aura un impact important sur la circulation automobile : on observe une diminution de 1,4% des véhicules.km parcourus dans le périmètre d'étude. Cette tendance apparaît clairement sur les axes de transit de rocade et radiaux. A l'échelle de la Région Ile de France, la longueur d'axes congestionnés[25] est réduite de 3%.

Le tableau suivant présente une synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement.

Tableau 7.1-12 : Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

	Impacts	Mesures d'accompagnement
Chantier	• Charroi des véhicules de chantier ; • Déviations d'itinéraire et impact sur la voirie ; • Impact sur les transports en commun ; • Impact sur les modes actifs.	• Planification des chantiers et de l'évacuation des déblais (cf. Schéma Directeur d'Evacuation des Déblais en annexe à l'étude) ; • Minimisation de l'impact sur les lignes ferrées et de bus, ainsi que sur les cheminements piétons et cyclistes.
Exploitation	• Saturation des voiries d'accès aux gares.	• Dissuader le rabattement en voiture sur les gares présentant un enjeu fort, ou alors adapter la capacité de la voirie en conséquence.

7.1.4 Synthèse des impacts à l'échelle globale

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 sur le réseau de voirie.

La fréquentation prévisionnelle du réseau Grand Paris Express est estimée entre 260 000 et 320 000 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. Là où la capacité des axes routiers le permet, des parkings relais seront construits, facilitant le report modal de la voiture vers les transports publics.

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 de transport public du Grand Paris offrira une amélioration considérable du maillage du réseau existant. Sur l'ensemble des gares du Grand Paris Express, 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.

Ces effets positifs seront accentués dès lors qu'ils seront accompagnés de mesures favorisant le report modal (aménagements cyclables, implantation de parkings relais…).

[24] *Les projets pris en compte sont ceux qui sont inscrits au chapitre 2 du Schéma d'ensemble*
[25] *A plus de 80%*

7.2 Démographie, population, emplois et occupation des sols – Socio-économie

7.2.1 Introduction

Le développement d'une infrastructure de transport en commun d'envergure s'inscrit dans une stratégie politique de développement économique des grands territoires stratégiques de l'Ile-de-France. Dans ce sens, le projet du nouveau Grand Paris constitue un moteur de la croissance de la population et de l'emploi en Ile-de-France. La réalisation du projet devrait ainsi permettre :

- de favoriser les créations d'emplois ;
- d'attirer davantage d'habitants en Ile-de-France, essentiellement dans les communes qui seront desservies directement par l'infrastructure.

Depuis les années 80, le développement de l'urbanisation en Ile-de-France se fait de plus en plus en première et en deuxième couronne, selon des formes urbaines peu denses et grandes consommatrices d'espaces, rendues viables par la généralisation de la motorisation des habitants, le maillage progressif de réseaux radiaux de route et de RER. Cet étalement urbain peut cependant être limité si l'urbanisation future est structurée par des opérations planifiées plus denses s'appuyant sur l'armature d'un réseau de transport public de grande envergure comme celui proposé par le projet de métro du Grand Paris. Sous réserve des conditions nécessaires à une densification et à un renouvellement des constructions à proximité du réseau régional de transport en commun, le nouveau Grand Paris devrait se traduire par un impact très positif en matière de limitation de l'étalement urbain.

Le projet à l'étude constitue un maillon essentiel du projet du nouveau Grand Paris et répond donc aux mêmes objectifs de favorisation de l'emploi et de densification des territoires. Dans ce cadre, la présente étude évalue d'abord les impacts du projet dans les territoires directement desservis. Pour rappel, ce périmètre d'étude comprend la totalité du territoire des communes traversées par la zone de 500 m de part et d'autre du tracé du projet. Il comporte 17 communes couvrant une surface de 15 290 hectares et situées dans les départements de Seine-et-Marne et de Seine-Saint-Denis. Les communes concernées sont (du Sud-Est au Nord-Ouest) : Noisy-le-Grand, Champs-sur-Marne, Gournay-sur-Marne, Chelles, Montfermeil, Clichy-sous-Bois, Livry-Gargan, Sevran, Villepinte, Aulnay-sous-Bois, Le Blanc-Mesnil, Drancy, Le Bourget, La Courneuve, Aubervilliers, Saint-Denis et Saint-Ouen. Le périmètre d'étude est cartographié sur la Figure 7.2-1 ci-après.

En ce qui concerne l'analyse des effets du projet sur l'urbanisation, 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 conduit des études pour apprécier l'impact sur l'urbanisation du futur réseau et de chacun de ses tronçons. Ces études avaient pour but de répondre aux questions soulevées par l'Autorité environnementale dans son avis du 26 août 2010 sur l'évaluation stratégique environnementale du réseau de transport public du Grand Paris.

Ces études sont disponibles en annexe de la présente étude d'impact, pièce G.4.2 « Etude des effets sur l'urbanisation ».

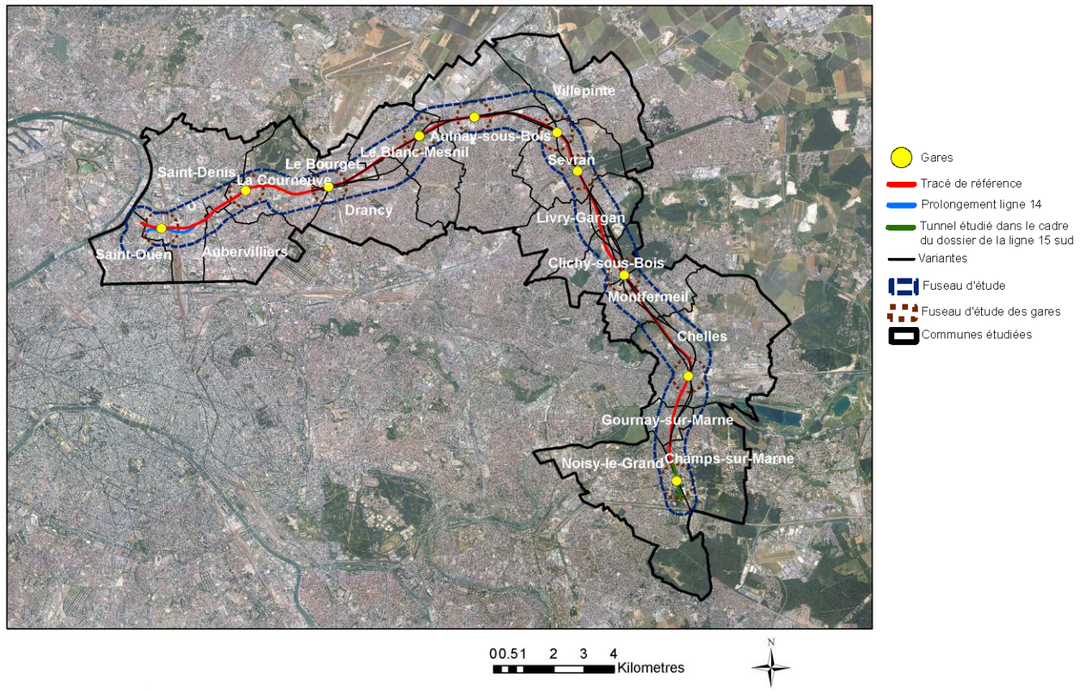


Figure 7.2-1 : Délimitation du périmètre d'étude pour l'évaluation des impacts du projet sur la population, l'emploi et l'occupation du sol (Cartographie : Stratec, 2013)

7.2.2 Impacts et mesures en phase chantier

7.2.2.1 Impacts

Directs

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 environ 32 000 hommes.an 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 2013 et 2023 est donc estimé à 3200. Outre ces emplois engendrés directement par la mise en œuvre du projet, les chantiers ne devraient pas avoir d'impact direct sur la population et l'emploi.

L'emprise du projet sur l'occupation du sol se décompose comme suit : l'emprise des gares nouvelles et l'emprise des chantiers nécessaires à la construction des gares nouvelles ou à l'aménagement des gares existantes. Il n'y a pas d'emprise liée à la construction du linéaire de métro car il est entièrement souterrain pour le tracé de projet étudié. Les surfaces en espaces ruraux et urbains ouverts qui seront affectées ont été estimées et sont présentées dans le Tableau 7.2-1.

Tableau 7.2-1 : Estimation des surfaces en espaces ruraux et urbains ouverts concernés par les emprises des gares nouvelles et des chantiers.

Emprises	Surfaces en espaces ruraux et urbains ouverts concernés	Type d'impact
Gares nouvelles	3 ha	Permanent
Chantiers	10 ha	Temporaire (phase chantier)

Indirects

Outre l'emprise du projet, les travaux présentent un risque de perturber l'exploitation de certaines parcelles par des coupures temporaires des chemins d'accès. Ces effets indirects sont difficiles à quantifier à ce stade amont des études préliminaires mais ils devraient être limités grâce au respect des bonnes pratiques de chantier.

Cumulés

Les impacts liés à la réalisation des projets limitrophes faisant ou non partie du schéma d'ensemble du nouveau Grand Paris s'ajouteront aux impacts liés au projet.

Ainsi, le nombre d'emplois créés grâce à la mise en œuvre des autres tronçons du Grand Paris s'ajouteront aux emplois créés par la mise en œuvre du projet. Il est néanmoins noté que la réalisation du projet hors du cadre du schéma d'ensemble du nouveau Grand Paris nécessiterait d'avantage de main d'œuvre, la réalisation de l'entièreté du réseau du Grand Paris apportant indéniablement un effet d'économies d'échelle. Par ailleurs, le phasage des travaux liés aux différents projets limitrophes et notamment des autres tronçons du nouveau Grand Paris permettra de répartir la charge de travail et donc la création d'emploi dans le temps.

Concernant l'emprise des chantier des autres projets sur l'occupation du sol, elle devrait s'additionner à celle des chantiers du projet à l'étude sans interaction particulière.

7.2.2.2 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

Dans un souci de limiter les impacts, le nombre de zones de chantier a été limité au maximum. Les accès des tunneliers sont donc tous situés aux endroits d'implantation des gares et il n'est pas envisageable de réduire le nombre de chantiers.

Concernant les impacts indirects, l'optimisation des itinéraires des engins de chantier et mise en place de déviations en cas de coupure des accès à certaines parcelles devrait permettre d'éviter la plupart des impacts.

Mesures de réduction

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.

Effets résiduels

Malgré la limitation du nombre de chantiers et de leur emprise, la construction des nouvelles gares induira inévitablement la consommation de surfaces très limitées d'espaces ruraux et urbains ouverts (approximativement 3 ha).

Mesures de compensation aux effets résiduels

Comme détaillé ci-dessus, les surfaces sont négligeables par rapport à l'envergure du projet et aux gains potentiels qu'il engendre en phase d'exploitation. Néanmoins, si des espaces ouverts de qualité étaient nécessaires pour la construction des gares, des espaces similaires pourraient être recréés à proximité (voir chapitre sur les milieux naturels).

Mesures de suivi dans le temps

Les emprises des chantiers seront délimitées précisément lors des études de conception et le respect des limites par les entrepreneurs seront contrôlées durant toute la phase de chantier.

7.2.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation

Les hypothèses d'évolution de la population dans le périmètre d'étude ont été définies par le maître d'ouvrage en concertation avec les organismes régionaux responsables en la matière. Ces hypothèses concernent deux scénarios : un scénario de référence qui sert de référentiel pour l'évaluation des impacts du projet sur l'environnement et un scénario de projet correspondant à la situation avec mise en œuvre du projet.

Les hypothèses de croissance retenues entre la situation existante, la mise en service du projet (2023) et l'horizon 2035 sont cohérentes avec celles utilisées pour l'évaluation socio-économique du projet (voir pièce H du présent dossier).

Ces hypothèses d'évolution démographique ne peuvent, à ce stade, être considérées comme directement liées au nouveau Grand Paris. Elles ont été estimées dans l'objectif, notamment, d'alimenter l'exercice d'évaluation des impacts du projet et ont pour finalité de servir de données d'entrée pour les calculs effectués dans cet exercice. Elles ont été utilisées notamment comme données d'entrée pour alimenter les volets suivants : occupation du sol, mobilité, bruit, air, énergie et climat et santé.

7.2.3.1 Impacts

Impacts directs

En phase d'exploitation, il n'y a pas d'impact direct relevé sur la population ou la consommation d'espace. Par contre, le fonctionnement du projet nécessitera l'intervention de nombreuses personnes que ce soit pour la gestion et le contrôle de la ligne ou pour son entretien. Le nombre total d'emploi créés est difficile à évaluer mais de manière approximative le projet devrait engendrer plus de 1200 emplois directs.

Impacts indirects

Les hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi dans le périmètre d'étude entre 2005 et 2023 sont présentées dans le Tableau 7.2-2 et la Figure 7.2-2 qui suivent.

Tableau 7.2-2 : Evolution de la population et de l'emploi entre 2005 et 2023 en Ile-de-France et dans le périmètre d'étude (Sources : données INSEE 2005, hypothèses d'évolution démographiques transmises par le Maître d'ouvrage – Compilation : Stratec, 2013)

	2005	2023	
	Base[1]	Situation de référence et de projet [2]	Evolution par rapport à 2005
Totaux en Ile-de-France			
Population totale	11 433 310	12 558 370	+ 1 125 060 (+10%)
Emploi total	5 360 450	6 000 440	+ 639 990 (+10%)
Totaux dans le périmètre d'étude			
Population totale	779 170	1 005 080	+ 225 910 (+29%)
Emploi total	293 100	397 230	+ 104 130 (+35%)

[1] *Source : données INSEE, 2005.*

[2] *Source : Société du Grand Paris, 2013.*

Les évolutions prévues à l'horizon 2023 montrent donc les augmentations suivantes :

- En Ile-de-France, + 1 125 060 habitants (+10%) et + 639 990 emplois (+35%) ;
- A l'intérieur du périmètre d'étude + 225 910 habitants (+29%) et + 104 130 emplois (+35%).

Comme illustré par les chiffres, à l'horizon 2023, il a été considéré que le projet n'aurait pas d'effet sur le nombre total d'habitants en Ile-de-France ou dans le périmètre d'étude (situation de référence = situation de projet). L'impact sur le nombre d'habitants et d'emplois interviendra, en effet, davantage après la mise en service du projet (c'est-à-dire après 2023) et non pas en amont de celle-ci.

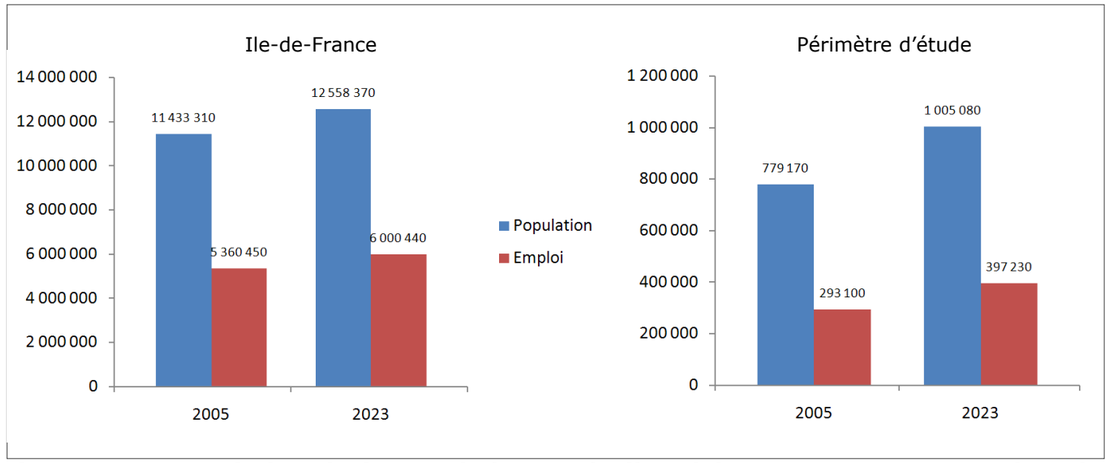


Figure 7.2-2 : Evolution de la population et de l'emploi entre 2005 et 2023 dans le périmètre d'étude (Sources : données INSEE 2005, hypothèses d'évolution démographiques transmises par le Maître d'ouvrage – Graphisme : Stratec, 2013)

Pour accueillir ces accroissements de population et d'emploi, on peut s'attendre, en l'absence de mesures restrictives d'usage du sol, à un report des besoins en nouvelles constructions vers les franges urbaines périphériques. Ce phénomène d' « étalement urbain » peut avoir des conséquences multiples s'il est excessif. Les externalités négatives qu'il induit touchent notamment :

- le transport : allongement des déplacements, augmentation de la dépendance au véhicule particulier, augmentation de la congestion sur le réseau routier,
- l'environnement : augmentation des surfaces artificielles, augmentation de la consommation de carburant, augmentation de la pollution de l'air et des nuisances sonores, consommation des espaces agricoles et naturels et pression sur les écosystèmes,
- l'aspect social : accentuation de la fracture urbaine et des ségrégations sociales,
- l'aspect économique : augmentation des coûts de viabilisation pour l'urbanisation nouvelle.

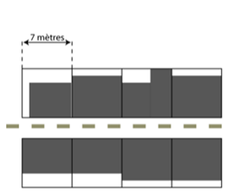
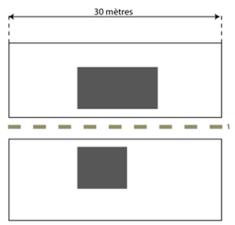
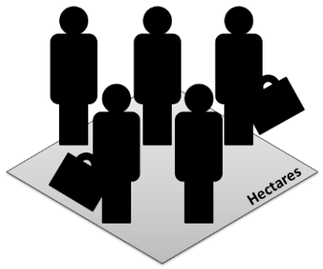
Le Schéma Directeur de la Région Ile-de-France (SDRIF) prévoit la limitation de l'étalement urbain et en particulier la limitation de la consommation des espaces verts, tels que les espaces agricoles, boisés et naturels. La mise en place d'un réseau de transport public de grande envergure comme celui proposé par le projet du nouveau Grand Paris permet d'œuvrer dans ce sens. En améliorant significativement l'accessibilité d'une partie du territoire, il crée la polarisation requise et rend possible la densification (habitants et emplois) à ses abords. Via les Contrats de Développement Territorial (CDT), le projet offre donc une opportunité unique d'induire une urbanisation nouvelle, plus attractive et plus durable à l'échelle du périmètre d'étude et au-delà.

Comme le nombre d'habitants et d'emplois en 2023 est similaire en situation de référence et en situation de projet, les effets du projet en termes d'occupation du sol à cet horizon se limitent à la densification supplémentaire au sein des territoires traversés par le tracé, par exemple autour des gares (sous réserve de mesures d'accompagnement adaptées).

Néanmoins, pour évaluer les impacts potentiels plus globaux du projet sur la densification et la préservation des espaces, les effets à plus long terme (2035) ont également été évalué sur base des résultats obtenus dans l'étude des impacts de l'ensemble du réseau Grand Paris en considérant que le gain de surface artificialisée induit par le projet (par rapport au réseau global) pouvait être considéré comme une fonction du volume d'habitants et d'emplois (selon leurs besoins en surface) et du linéaire du projet.

Les impacts ont été analysés grâce à trois indicateurs principaux explicités dans Tableau 7.2-3.

Tableau 7.2-3 : Description des indicateurs environnementaux retenus pour l'évaluation des impacts induits du projet sur l'occupation du sol

Thématique	Indicateur	Qu'est-ce que cet indicateur signifie ?	Comment a-t-il été calculé ?	Variation attendue suite au projet
Espaces naturels, agricoles ou boisés	Surfaces rurales consommées par l'urbanisation nouvelle	Ce sont toutes les surfaces rurales[26], qui peuvent être artificialisées (c'est-à-dire constructibles et ouvertes à l'urbanisation) et qui sont effectivement utilisées pour l'urbanisation nouvelle servant à l'accueil des populations supplémentaires sur le territoire.	Différence entre le total des hectares de type « rural » consommés pour l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2023 en référence *vs* en projet	↘
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))[27] :  parcellaire (a)  parcellaire (b) parcelle bâtiment VRD	Différence entre le total des kilomètres de VRD (Voirie et Réseaux Divers) nouveaux construits d'ici à 2023 en référence *vs* en projet	↘
Espaces artificialisés	Densité d'activité humaine nette	La densité d'activité humaine nette représente le rapport entre le total de population et d'emploi dans une zone sur l'emprise au sol des surfaces urbanisées dans cette zone.  	La densité d'activité humaine nette a été calculée pour l'année 2005 et l'horizon 2023 en considérant l'ensemble de la population et de l'emploi dans le périmètre d'étude ainsi que l'ensemble des hectares urbanisés dans chaque scénario (référence et projet) entre ces deux horizons.	↗

La méthode d'évaluation des impacts repose sur 3 étapes :

1. Sur 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 d'ici à l'horizon considéré compte tenu des populations nouvelles à venir dans le scénario de référence et celui de projet.

2. La capacité d'absorption des territoires, autrement dit l'estimation des surfaces de plancher qu'il est théoriquement possible de construire d'ici à l'horizon d'étude, a été estimée à partir d'une analyse du mode d'occupation du sol actuel et de ses potentialités ainsi que de l'application de « structures d'urbanisation » fictives avec et sans projet. L'application de « structures d'urbanisation » repose sur les principes suivants :

- l'évolution de l'urbanisation sera influencée par les prescriptions stratégiques du SDRIF ;
- en s'appuyant sur l'armature d'un réseau de transport public de grande envergure comme le Grand Paris Express, l'étalement urbain peut être limité par la densification de la population et des emplois à ses abords ;
- l'évolution de l'urbanisation dans le périmètre d'étude sera influencée par la morphologie urbaine actuelle des territoires ;
- le gradient de densité de population et d'emploi décroît depuis le centre vers la périphérie et l'agglomération ;
- en l'absence de mesures d'accompagnement visant à contrôler l'usage des sols et à promouvoir la densification, l'évolution naturelle de l'urbanisation conduit à une consommation progressive des espaces naturels et ouverts et à une diminution de la densité.

→ A l'issue de ces deux étapes, on constate tant à l'horizon 2023 que 2035 que le périmètre d'étude est théoriquement en mesure d'accueillir les populations et les emplois nouveaux estimés.

3. En répartissant les besoins en surface de plancher dans les surfaces théoriquement disponibles puis en quantifiant et en caractérisant les surfaces consommées par cette urbanisation, il a été possible de traduire ces scénarios d'urbanisation avec et sans projet en impacts environnementaux à travers le calcul des trois indicateurs environnementaux décrits précédemment.

Les résultats pour ces 3 indicateurs sont présentés ci-dessous à l'horizon 2023 dans le périmètre d'étude et plus globalement à l'horizon 2035. A ces deux horizons, il s'agit bien des effets du projet seul (sans prendre en compte le reste du schéma d'ensemble du nouveau Grand Paris). A l'horizon 2023 ces effets sont limités à la densification des zones situées à proximité de l'infrastructure (pas d'augmentation de la population ou des emplois induite par le projet) tandis qu'à l'horizon 2035 ces

[26] *Au sens du MOS (IAU-ÎdF, 2008)*
[27] *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.*

effets concernent l'impact global du projet y compris celui lié à l'augmentation de la population et des emplois en Ile-de-France.

Indicateur n°1 : Consommation des espaces naturels par l'urbanisation nouvelle d'ici à 2023

A l'échelle du périmètre d'étude, il a été estimé que la mise en service du projet était en mesure de stimuler (sous réserve de mesures d'accompagnements adaptées) une densification supplémentaire sur les territoires à proximité des gares permettant la préservation de 156 ha d'espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle à l'horizon 2023 par rapport à une situation sans projet.

Tableau 7.2-4 : Surfaces rurales consommées par l'urbanisation nouvelle dans le périmètre d'étude pour le scénario de projet et le scénario de référence à l'horizon 2023 et globalement à l'horizon 2035 (Source : Stratec, 2013, à partir des hypothèses d'évolution démographique)

Surfaces rurales consommées par l'urbanisation nouvelle (ha)	référence	projet	Différence (Projet – Référence)	Variation (Projet-Référence)
Dans le périmètre d'étude à l'horizon 2023	**167**	**11**	**-156**	↘
Globalement à l'horizon 2035	**3165**	**130**	**-3035**	↘

A l'horizon 2035, la mise en service du projet serait en mesure de stimuler une densification supplémentaire sur les territoires franciliens permettant la préservation de 3 035 ha d'espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle comparativement au scénario de référence.

Indicateur n°2 : Coûts de viabilisation pour l'urbanisation nouvelle entre 2005 et 2023

La préservation des espaces non bâtis aujourd'hui de l'artificialisation future, permise potentiellement par le projet, rendra possible une réduction de l'ordre de 56 km de linéaire de VRD à mettre en œuvre par rapport à une situation sans projet.

Tableau 7.2-5 : Coûts de viabilisation pour l'urbanisation dans périmètre d'étude pour le scénario de référence et le scénario de projet à l'horizon 2023 et globalement à l'horizon 2035 (Source : Stratec, 2013, à partir des hypothèses d'évolution démographique)

Longueur de VRD à construire pour l'urbanisation nouvelle (km)	référence	projet	Différence (Projet – Référence)	Variation (Projet-Référence)
Dans le périmètre d'étude à l'horizon 2023	**61**	**5**	**-56**	↘
Globalement à l'horizon 2035	**1200**	**95**	**-1105**	↘

A l'horizon 2035, la densification et la réduction des surfaces nouvellement urbanisées rendues possible par le projet permettrait d'éviter la construction d'approximativement 1100 km de VRD urbanisation nouvelle comparativement au scénario de référence.

Indicateur n°3 : Densité d'activité humaine nette

La mise en œuvre du projet est susceptible d'induire une densification sensiblement plus élevée de l'habitat et de l'emploi dans le périmètre d'étude que celle qui se créerait d'ici à 2023 dans le cas du scénario de référence (138 P+E ha urbanisé vs 135 P+E/ha urbanisé), en supposant que des mesures d'accompagnement soient mises en œuvre en parallèle.

Tableau 7.2-6 : Densité d'activité humaine nette (P+E/ha urbanisé) en 2023 dans le périmètre d'étude pour le scénario de projet et le scénario de référence et globalement à l'horizon 2035 (Source : Stratec, 2013, à partir des hypothèses d'évolution démographique)

Densité d'activité humaine nette (P+E/ha urbanisé)	référence	projet	Variation (Projet-Référence)
Dans le périmètre d'étude à l'horizon 2023	**135**	**138**	↗
Globalement à l'horizon 2035	**89.7**	**91.9**	↗

A l'horizon 2035, la densité d'activité humaine nette pour l'ensemble de l'Ile-de-France serait de 89.7 en référence contre 91.9 en projet. Il y a donc également une augmentation sensible de la densité d'activité humaine.

L'augmentation de la densité d'activité humaine nette engendrée par le projet aura comme principaux effets :

- Une diminution des distances de parcours en faveur d'un report modal vers les transports en commun, conduisant à une diminution potentielle des véhicules-km parcourus, des émissions de gaz à effet de serre, etc. ;
- Une densification du parc bâti actuel et, potentiellement, un renouvellement de celui-ci. Cela jouera sur la baisse de la consommation énergétique (Cf. chapitre « Energie, air, climat »)

Estimation de l'évolution prévisible de l'occupation du sol à proximité des futures gares

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 (notamment dans le cadre des projets de Contrat de Développement Territorial). 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 du projet par rapport à une situation sans projet, une analyse qualitative été menée. Elle tient compte des critères suivants :

- le mode d'occupation du sol actuel et l' « élasticité » des territoires ;
- la desserte actuelle en transport en commun et son degré d'amélioration apportée par le projet ;
- les augmentations de population et d'emplois prévues à l'horizon 2035 dans la (ou les) commune(s) d'implémentation 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 2035.

Tableau 7.2-7 : 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
Saint-Denis-Pleyel	La constitution d'un hub autour de la nouvelle gare est envisagée dans l'accord-cadre du CDT Territoire de la culture et de la création (signé le 16/01/2012), notamment dans le secteur à fort potentiel de mutation du carrefour Pleyel. La zone doit accueillir des activités économiques, éventuellement un grand équipement culturel avec, en parallèle, un projet d'ouvrage de franchissement des voies ferrés.
La Courneuve – Six Routes	La localisation de la future gare la situera au cœur d'un tissu urbain diversifié, à côté de grands ensembles qui font l'objet de programmes de rénovation urbaine, et dans un secteur bénéficiant d'un foncier conséquent à reconquérir. Une étude urbaine (en cours), sous la maîtrise d'ouvrage de Plaine Commune, doit permettre de montrer le potentiel de développement plus large de l'ensemble du secteur en perspective de la nouvelle gare au carrefour des Six Routes.
Le Bourget RER B	Une étude menée par les équipes de C. de Portzamparc, R. Castro et de l'AREP propose de transformer la gare existante en véritable porte d'entrée du Grand Paris. Cette idée a été reprise dans le projet de convention-cadre du CDT Pôle métropolitain du Bourget (signée le 20/03/2012) qui compte mobiliser le foncier pour créer une nouvelle centralité autour de la gare.
Le Blanc-Mesnil	La nouvelle gare du Grand Paris Express aura une vocation de desserte urbaine et économique. Elle pourra permettre de décloisonner et redynamiser différents secteurs en favorisant le développement urbain : mutation et extension du centre-ville du Blanc-Mesnil vers un cœur de ville mixte, rénovation urbaine du quartier des Tilleuls, redéploiement de la zone économique du Coudray, valorisation du parc Jacques Duclos, amélioration de l'accessibilité de nombreux équipements publics. Des marges de manœuvre existent pour tirer parti de cet impact positif induit.
Aulnay-sous-Bois	La nouvelle gare s'intègrera dans un quartier de franges urbaines en profondes mutations. En effet, de nombreux projets sont d'ores et déjà en cours (Programme de Renouvellement Urbain, réflexions sur le devenir du site PSA au Nord, etc.) avec comme grandes orientations l'introduction de la mixité des fonctions, la densification, le rétablissement des continuités urbaines et l'introduction d'un équipement d'envergure à proximité de la gare. La mise en œuvre du projet intensifiera ces mutations sur les parcelles environnantes.
Sevran-Beaudottes	La transformation de la gare RER de Sevran-Beaudottes s'effectuera dans une zone urbaine faisant l'objet de nombreux projets de développement de la part de la Ville, en particulier la restructuration du centre commercial Beau-Sevran. L'accord-cadre du projet de CDT Est Seine-Saint-Denis (signé le 14/03/2012) prévoit de définir des projets urbains visant à favoriser l'émergence de lieux d'intensité urbaines liés à la transformation de la gare RER.
Sevran-Livry	Hormis quelques grosses réserves foncières qui pourraient être appelées à évoluer dans le cadre de projets urbains environnants (terrain RFF, ancien terrain de la marine) en perspective de la transformation de la gare RER de Sevran-Livry, le reste de la zone est constitué de pavillonnaires relativement peu mutables, mais où la densification dite « douce » pourrait être encouragée.
Clichy-Montfermeil	La zone étant un secteur sensible (zones de protection Natura 2000 de la forêt de Bondy, zones archéologiques sensibles), les potentialités d'aménagement du territoire sont de fait limitées. Toutefois, la nouvelle gare s'inscrira dans une zone qui aura largement été transformée auparavant dans le cadre du PRU (centre commercial Anatole France, Réhabilitation de la tour Utrillo en Villa Médicis, etc.), offrant la possibilité d'inscrire la nouvelle gare au centre de ce secteur réaménagé.
Chelles	Une restructuration du centre-ville autour de la gare existante de Chelles est d'ores et déjà initiée dans le cadre de la ZAC centre-gare. Par ailleurs, le réaménagement de la gare s'effectuera dans une zone majoritairement pavillonnaire laissant peu de marge de manœuvre pour une mutation urbaine profonde. Des opérations de densification dite « douce » pourraient néanmoins avoir lieu en parallèle de la mise en œuvre du projet.
Noisy-Champs (Hors étude)	*Le réaménagement de la gare existante s'effectuera au cœur du Cluster Descartes qui vise à devenir un pôle scientifique et technique d'envergure internationale. Le quartier de la gare est donc appelé à fortement se densifier, notamment en lien avec le projet Cité Descartes (intégré au projet de CDT Cœur Descartes), comprenant un programme important d'activités et/ou de logements aux abords de la future gare Grand Paris Express. Par ailleurs, le secteur révèle encore de grandes potentialités foncières. Il y a donc beaucoup d'opportunités de créer une gare emblématique du Grand-Paris en cohérence avec l'environnement existant et à venir.*

Impacts cumulés

A l'horizon de réalisation du réseau dans son intégralité (horizon long terme 2035), les effets cumulés du projet et des autres liaisons Grand Paris Express en termes d'occupation du sol sont doubles :

- une **augmentation des migrations au profit du périmètre d'étude** : en effet, il est fait l'hypothèse, pour cet horizon, que la réalisation du réseau Grand Paris Express entraîne une augmentation de la population et des emplois, dans la région Ile-de-France de manière générale et notamment dans les territoires desservis, par rapport à une situation de référence « fil de l'eau », dans laquelle le programme ne serait pas réalisé (dans le périmètre d'étude du projet : +24% de population et +17% d'emplois en scénario de projet par rapport au scénario de référence) ;
- 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).

Globalement, les premières estimations des impacts de l'*ensemble* du réseau du Grand Paris sur l'occupation des sols ont montré que le réseau devrait permettre de favoriser la densification, permettant ainsi la préservation d'espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle (entre 17 000 et 21 000 hectares d'ici à 2035).

7.2.3.2 Mesures d'évitement, effets résiduels et compensations

Puisque les impacts du projet en phase d'exploitation relevés sont positifs, il n'y a pas lieu de mettre en place des mesures d'évitement ou de réduction mais, au contraire, des mettre en place des mesures visant à maximiser les effets du projet. Ces mesures dites « d'accompagnement » sont décrites ci-après. 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.

7.2.3.3 Mesures de suivi dans le temps

En matière d'aménagement du territoire, il est nécessaire de suivre et évaluer la compacité du développement urbain à venir. Pour ce faire, deux indicateurs de suivi sont proposés :

- 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'estimer la chute espérée du phénomène d'extension des agglomérations ;

- L'îlot MOS définit le nombre de résidents à l'îlot. Aujourd'hui, il existe sur la base du recensement. Rendre dynamique cette information permettrait d'évaluer la bonne intégration des populations estimées aux horizons 2023 et 2035.

7.2.3.4 Mesures d'accompagnement

Le développement d'une infrastructure de transport en commun de l'envergure de celle du projet s'inscrit nécessairement dans une stratégie politique de développement économique des territoires de l'Ile-de-France.

A lui seul, l'infrastructure du projet ne peut assurer la réussite des objectifs économiques et sociaux du territoire ni les obligations de limitation des coûts externes du développement urbain. Les bénéfices induits (indirects ou cumulés) présentés dans ce chapitre seront rendus possibles par la réalisation du projet mais ils ne se produiront que si d'autres mesures « externes » (qui échappent aux compétences du Maître d'Ouvrage) sont mises en œuvre.

Ces mesures concernent le secteur du transport, de la mobilité, de l'aménagement du territoire et de la fiscalité et visent à dissuader effectivement la dispersion de l'habitat et de l'emploi tout en favorisant un renouvellement et une densification raisonnée du bâti, en particulier dans les quartiers pavillonnaires suburbains/périurbains qui constituent des réservoirs fonciers majeurs.

Il est donc nécessaire d'intégrer le projet dans un véritable programme d'aménagement du territoire volontariste et partagé par les acteurs du territoire, intégrant des objectifs multiples :

- créer une capacité d'accueil appropriée à la croissance prévue de la population et de l'emploi ;
- créer des réseaux de transport de rabattement efficaces assurant de fortes améliorations d'accessibilité à tous les territoires desservis ;
- assurer un développement urbain respectueux de l'environnement et conforme aux objectifs du Grenelle de l'Environnement.

Dans cette optique, les Contrats de Développement Territorial constituent aujourd'hui des outils opérationnels clefs. Pour rappel, les Contrats de Développement Territorial (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.

Les engagements concrétisés dans les cinq projets de CDT à proximité du tracé du projet (CDT Territoire de la Culture et de la Création, Pôle métropolitain du Bourget, Est Seine-Saint-Denis, Descartes Nord et Cœur-Descartes) devraient ainsi pouvoir permettre de répondre aux besoins de croissance de la population et de l'emploi des 17 communes concernées.

Pour plus de détails sur les pistes d'actions possibles, leurs modalités de mise en œuvre et des exemples de démarches similaires en France ou à l'étranger, il est conseillé au lecteur de se référer à l'étude d'impact du réseau d'ensemble (Société du Grand Paris, 2013).

7.2.3.5 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

Les mesures d'accompagnement consiste principalement en l'utilisation ou l'élaboration d'outils de planification, ce qui n'implique pas nécessairement de coûts directs et qui ne relève pas de la seule responsabilité du maître d'ouvrage. Il n'y a pas lieu d'estimer les coûts de ces mesures à ce stade d'avancement des études.

7.2.4 Synthèse des impacts à l'échelle du projet

Le Tableau 7.2-8 présente une synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement à l'échelle du tronçon.

Tableau 7.2-8 : Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement à l'échelle du tronçon

Phase	Impacts		Mesures d'accompagnement
Chantier	Directs	Consommation d'espaces ruraux et urbains de façon temporaire ou permanente	Limiter l'emprise de chantier au plus près des aménagements prévus. Remettre en état les occupations temporaires.
	Indirects	Perturbation de l'exploitation de certaines parcelles par des coupures temporaires de chemins d'accès	Optimiser les itinéraires des engins de chantier. Mettre en place de déviations en cas de coupure des accès.
	Cumulés	Les impacts des projets limitrophes en termes d'emplois et d'emprise des chantiers s'additionneront aux impacts du projet	Prise en compte des projets limitrophes dans la planification des différentes phases des chantiers ainsi que dans la définition des itinéraires des engins de chantier
Exploitation	Directs	-	-
	Indirects	Diminution de la consommation des espaces naturels par l'urbanisation nouvelle d'ici 2023	Mises en place de mesures d'accompagnement pour supporter la densification et favoriser les impacts positifs du projet
		Augmentation de la densité d'activité humaine nette d'ici 2023	Idem
		Diminution des coûts de viabilisation pour l'urbanisation nouvelle d'ici 2023	Idem
	Cumulés	Diminution de la consommation des espaces naturels par l'urbanisation nouvelle d'ici 2035	Mises en place de mesures d'accompagnement pour supporter la densification et favoriser les impacts positifs du projet
		Augmentation de la densité d'activité humaine nette d'ici 2035	Idem
		Diminution des coûts de viabilisation pour l'urbanisation nouvelle d'ici 2035	Idem

7.2.5 Synthèse des impacts à l'échelle du nouveau Grand Paris

Globalement, les premières hypothèses retenues en termes d'impacts de l'ensemble du réseau du Grand Paris sur la population et de l'emploi en Ile-de-France considèrent que le réseau devrait permettre de favoriser les créations d'emplois et d'attirer davantage d'habitants en Ile-de-France.

Ces hypothèses de croissance résultent d'une volonté politique qui repose sur le développement économique des grands territoires stratégiques de l'Ile-de-France, au premier rang desquels Paris et le cœur de l'agglomération parisienne. Au centre de cette stratégie : une infrastructure de transport en commun d'envergure qui permettra de relancer les potentiels des territoires qu'elle irriguera. Elle permettra d'accompagner ce projet de développement urbain et économique qui vise à réduire les déséquilibres sociaux, territoriaux et fiscaux au bénéfice de l'ensemble du territoire national.

Cette croissance de la population et de l'emploi serait ainsi particulièrement concentrée dans les communes qui seront desservies directement par l'infrastructure. A l'échelle régionale, un tiers de la croissance de la population et de l'emploi est notamment attendue dans les communes signataires d'un CDT tel que défini dans l'article 21 de la loi relative au Grand Paris. Les contrats de développement territorial participent à la réalisation de l'objectif de construction annuel de 70 000 logements géographiquement et socialement adaptés en Ile-de-France.

L'analyse des scénarios d'urbanisation a permis de montrer que, sous condition de la mise en place de mesures d'accompagnement adéquates, le Grand Paris pourrait permettre à l'échelle régionale de préserver 17 000 à 21 000 hectares d'espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle d'ici 2035 grâce à la densification.

7.3 Risques Technologiques

7.3.1 Impacts et mesures en phase chantier

7.3.1.1 Impacts

Les ICPE soumises à autorisation sont censées contenir leurs « risques ». Les impacts peuvent être présents au sein du site uniquement. Ainsi, les installations ICPE qui peuvent présenter des contraintes sont celles situées à 50m du tracé.

Contrairement aux ICPE, les installations SEVESO ne contiennent pas leurs impacts, le périmètre de vigilance varie selon les caractéristiques de l'installation (sauf règlement spécifique).

D'un point de vue général, le Plan d'Opération Interne (POI) et les autres documents de sécurité applicables dans l'entreprise doivent s'actualiser si le réseau de transport du Grand Paris interfère avec la sécurité de leurs activités.

Deux types d'impacts sont à envisager en interaction avec le projet :

- Des impacts pour la sécurité du chantier vis-à-vis de sa proximité avec les activités à risque (ICPE particulières ou SEVESO) ;
- Des impacts sur les installations de par les effets négatifs générés par le chantier : gêne à la circulation, effets vibratoires.

Impacts directs

- **Proximité d'Installation Classée pour la Protection de l'Environnement avec le projet**

Les ICPE soumises à autorisation sont censées contenir leurs « risques » dans les emprises même des activités.

Les impacts peuvent être présents au sein du site uniquement. Ainsi, les installations ICPE qui peuvent présenter des contraintes sont celles situées à moins de 50m du tracé.

Vis-à-vis du projet, il convient de noter :

- Que plusieurs ICPE s'inscrivent aux abords du tracé du projet, suivant la vue en plan proposée au sein du rapport 1/3 d'état initial ;
- Que ces dernières ne s'inscrivent pas à moins de 50m d'une gare.

L'impact est donc directement lié à la proximité du tunnel lors de sa réalisation (en raisons des vibrations engendrées) et des ICPE identifiées en surface. Les principales ICPE dans ce cas de situation sont :

- Decapouest, à la Courneuve,
- Aulnay Energie Service, à Aulnay-sous-Bois,

L'impact est considéré comme faible.

- **L'installation SEVESO Primagaz et ses impacts potentiels en phase travaux**

Cette installation SEVESO Seuil bas est située à plus de 1km de la gare du Bourget RER B et de La Courneuve Six-Routes. De ce fait, ces deux gares sont les plus exposées aux risques technologiques.

Ce site SEVESO est concerné par le stockage de gaz inflammables liquéfiés. Les risques de départ de feux ou d'explosions concernent donc ce site. A ce titre, cette installation possède un Plan d'Opération Interne (POI).

Toutefois, le Plan Local d'Urbanisme de la commune de La Courneuve indique que le périmètre SEVESO à risque n'affecte que la propre parcelle de l'établissement concerné.

L'impact sur le réseau de transport en phase chantier est donc faible à nul.

- **Arrêté du 6 mars 2013 relatif à la gare de triage de Drancy-Le Bourget**

La gare de triage de Drancy, exploitée par la SNCF, est concernée par un arrêté imposant des prescriptions fortes en termes d'urbanisme dans un périmètre de 620 mètres autour de la gare.

Dans cette zone de 620m (représentée sur la Figure 7.3-1), malgré les mesures de prévention et de protection mises en place, le niveau de risques résiduels nécessite la mise en œuvre de mesures pour maîtriser l'urbanisation. L'objectif étant de ne pas accroître la population exposée au risque dans la zone définie.

Dans la zone de 620m, toute nouvelle construction est interdite à l'exception :

- Des constructions nouvelles et de l'extension de bâtiments existants et équipements en lien avec l'exploitation de la gare de triage ;
- De l'extension des constructions existantes à usage d'habitation et les aménagements de leur terrain, sous réserve de ne pas être un établissement recevant du public (ERP) et de ne pas augmenter la population exposée au risque. Les vérandas et les verrières sont interdites.
- De l'extension des constructions existantes à usage d'activité et les aménagements de leur terrain, sous réserve de ne pas être un ERP et de ne pas augmenter le personnel présent ;
- Des constructions concernant les infrastructures et équipements strictement nécessaires soit aux secours, soit aux activités à proximité immédiate, soit au fonctionnement des services d'intérêts général s'ils ne sont pas susceptibles d'accueillir du public ;
- Les équipements techniques de services publics (ouvrages de distribution d'énergie, d'alimentation d'eau potable, d'assainissement, de télécommunication, etc.) sous réserve de ne pas générer de présence permanente ;
- Des ouvrages de protection des constructions, des infrastructures et des équipements existants.

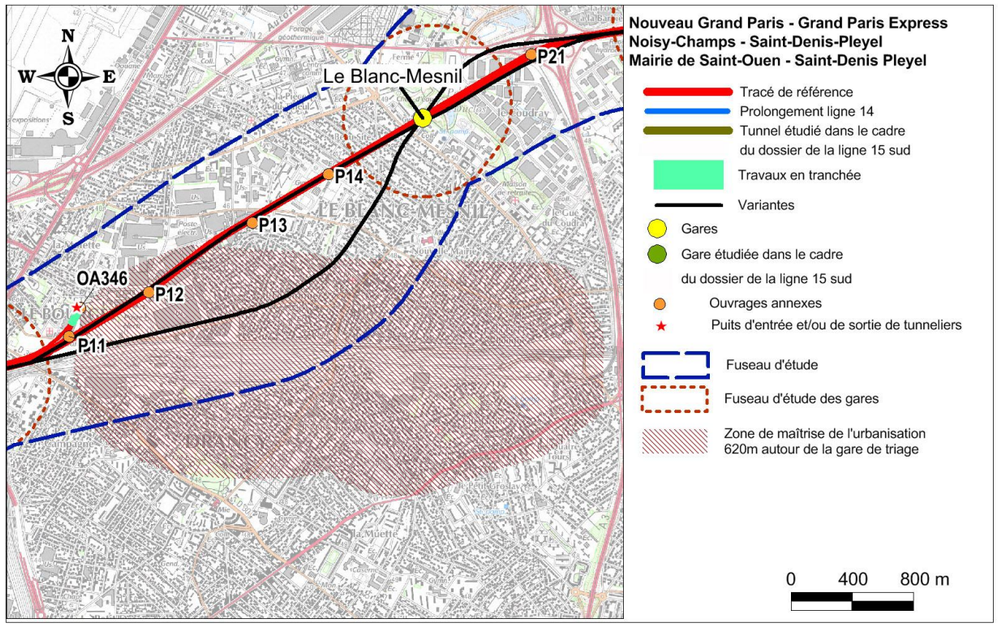


Figure 7.3-1 : Zone de 620m autour de la gare de triage de Drancy

En l'état, l'implantation au sein de la zone de maîtrise de l'urbanisation de trois ouvrages annexes et du tunnel **est compatible** avec les éléments de l'arrêté préfectoral. De plus, le projet ne prévoit pas l'implantation de gare au sein du périmètre de protection.

L'impact est donc faible.

- **Présence d'ICPE sur les bases chantier**

Certains des matériels et des produits utilisés sur les bases chantier relèvent de la nomenclature des ICPE de l'article R511-9 du code de l'environnement.

La liste complète des matériels et produits qui seront effectivement utilisés n'est pas connue à ce jour.

Quelle que soit cette liste, la réglementation relative aux ICPE sera appliquée. Les impacts résultant de la présence d'ICPE sur les bases chantier seront donc pris en compte. Ils ne sont pas quantifiables actuellement.

Impacts indirects

Le principal impact indirect correspondrait à une répercussion du risque technologique liée aux installations ICPE et SEVESO sur la santé humaine des intervenants sur chantier, ainsi qu'à celle de la mise en œuvre des tunneliers :

Etant donné que les risques liés à ces activités sont confinés sur les emprises de ces dernières, il n'y a pas d'impact réellement significatif sur la santé de travailleur durant la phase travaux.

Les risques technologiques indirect liés à l'utilisation des engins de chantiers sont existants. La défaillance de ce type de structure, dans un milieu particulièrement confiné est à considérer. Le niveau d'impact est cependant peut quantifiable.

Impacts cumulés

Les impacts cumulés correspondent principalement à la concomitance éventuelle de plusieurs projet d'aménagement sur un même secteur, renforçant les risques technologiques liés à l'utilisation d'engins de chantier particuliers.

Ces aspects seront observés au niveau de Clichy-Montfermeil par la réalisation de la gare et de celle du débranchement du T4.

L'impact cumulé est cependant difficilement quantifiable.

Concernant le cas spécifique du secteur de Drancy, les impacts cumulés correspondraient :

- A un incident concernant les activités sur la gare de triage de Drancy,
- A un incident au sein du tunnel de la Ligne 16 et de la Ligne 17, voire des deux durant la phase chantier.
- L'impact est alors difficilement quantifiable, peu probable, mais envisageable.

7.3.1.2 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

Il n'y a pas de mesure d'évitement.

Mesures de réduction

- **Mise à jour des plans de sécurité par les entreprises**

Les établissements ont l'obligation de mettre à jour leurs plans de sécurité. La présence du réseau de transport du Grand Paris, et sa signification en termes d'enjeux économiques et humains, devra donc être intégrée à ces différents plans.

POI - Plan d'Opération Interne : établi par le chef d'établissement, il répertorie les scénarios d'accidents et les moyens de secours internes et externes qui seront mis en œuvre en cas d'accident limité au périmètre du site.

PPI - Plan Particulier d'Intervention : si un accident sur un site industriel peut avoir des conséquences à l'extérieur (riverains, environnement…), les moyens d'intervention sont prévus dans un PPI spécifique à ce site, préparé par les services de l'Etat et arrêté par le Préfet.

- **Formation des agents du gestionnaire du réseau de transport sur la conduite à tenir en cas d'accident technologique**

Sur le même principe que les procédures de gestion de crise établies en cas d'inondation, le gestionnaire du réseau établira des procédures de gestion de crise en cas d'accident et y formera ses agents.

- **Information et formation du personnel concernant les risques sur site**

Lors des travaux de réalisation de l'infrastructure, chaque entreprise devra informer les employés des risques existants sur site, liés à l'utilisation des engins.

Le personnel intervenant sur site sera formé :

- A la prise en compte du risque existant dans les travaux quotidien,
- A la mise en œuvre de procédure d'urgence en cas de crise avérée.

- **Gestion de deux situations de crise concomitantes**

La gestion des puits présents dans le périmètre de protection de la gare de triage de Drancy nécessite des dispositions particulières permettant de concilier les impératifs de sécurité et le projet.

La situation extrême à analyser est le cas où deux incidents majeurs se produiraient au niveau de la gare de triage et du tunnel.

Cette analyse doit déboucher sur :

- La définition d'une procédure de gestion de crise qui devra être mise en œuvre par chaque gestionnaire, de manière concertée.
- Des adaptations du projet à ces contraintes :
- Les voies d'issues de secours afin de limiter le cheminement des intervenants sur site d'une zone d'incident vers une autre zone d'incident,
- Une mutualisation des moyens de secours,

- **Conduite des études réglementaires ICPE**

L'application de la réglementation ICPE conduit à la réalisation d'études permettant une évaluation fine des impacts des installations concernées.

Effets résiduels

Aucun impact résiduel n'est identifié.

Mesures de compensation aux effets résiduels

Aucune mesure de compensation n'est nécessaire.

Mesures de suivi dans le temps

- **Entretien des engins de chantier**

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 gérer en temps réel les incidents liés aux machines.

7.3.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

7.3.2.1 Impacts

Impacts directs

Les impacts directs correspondent essentiellement à la présence des activités à risque aux abords de l'infrastructure, c'est-à-dire à celle identifiées au sein de l'étude des impacts en phase chantier :

- Activités ICPE en proximité du tracé de référence,
- Industrie SEVESO Primagaz, dont le risque est confiné sur la parcelle même de l'activité,
- Gare de triage de Drancy.

Les impacts sont faibles à nuls concernant les installations ICPE et SEVESO, les périmètres de risques n'étant pas en interactions avec le tunnel, les gares et les ouvrages annexes de l'infrastructure.

Concernant la gare de triage de Drancy, le risque lié au TMD semble faible. Le projet amène les populations à pénétrer au sein de la zone de 620m définie autour de la gare, mais leur évolution se fera uniquement en souterrain et non en aérien sur ce territoire.

Dans l'état actuel de définition du projet, il n'est pas envisagé la présence d'ICPE au sein de l'infrastructure en période d'exploitation.

Impacts indirects

Aucun impact indirect n'est identifié.

Impacts cumulés

Le principal impact cumulé concerne le secteur de Drancy, pour les mêmes raisons qu'en phase chantier à savoir :

- A un incident concernant les activités sur la gare de triage de Drancy,
- A un incident au sein du tunnel de la Ligne 16 durant la phase chantier.

L'impact est alors difficilement quantifiable, peu probable, mais envisageable.

7.3.2.2 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

Aucune mesure d'évitement n'est déployée.

Mesures de réduction

- **Gestion particulière de deux situations de crise concomitantes**

La gestion des puits présents dans le périmètre de protection de la gare de triage de Drancy nécessite des dispositions particulières permettant de concilier les impératifs de sécurité et le projet.

La situation extrême à analyser est le cas où deux incidents majeurs se produiraient au niveau de la gare de triage et du tunnel.

Cette analyse doit déboucher sur :

- La définition d'une procédure de gestion de crise qui devra être mise en œuvre par chaque gestionnaire, de manière concertée.

Des adaptations du projet à ces contraintes :

- Les voies d'issues de secours afin de limiter le cheminement des intervenants sur site d'une zone d'incident vers une autre zone d'incident,

- Une mutualisation des moyens de secours,

Effets résiduels

Aucun effet résiduel n'est identifié.

Mesures de compensation aux effets résiduels

Aucune mesure de compensation n'est nécessaire.

Mesures de suivi dans le temps

- **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

7.3.3 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

7.3.3.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Tableau 7.3-1 : Coûts des mesures – Phase chantier

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
S'affranchir des interdictions de construire dans le rayon de 620m autour de la gare de triage	A définir lors des phases d'étude à venir
Mise à jour des plans de sécurité par les entreprises	Intégré à la gestion du chantier
Formation des agents du gestionnaire du réseau de transport sur la conduite à tenir en cas d'accident technologique	Intégré à la gestion du chantier
Information et formation du personnel concernant les risques sur site	Intégré à la gestion du chantier
Gestion de deux situations de crise concomitantes	Intégré à la gestion du chantier
Entretien des engins de chantiers	Intégré à la gestion du chantier
Réalisation des études réglementaires (ICPE)	Variable selon la nature des installations et de la procédure : Dossier d'autorisation Dossier d'enregistrement Dossier de déclaration

7.3.3.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Tableau 7.3-2 : Coûts des mesures – Phase exploitation

Dénomination de la mesure	Coût de la mesure
Gestion particulière de deux situations de crise concomitantes	Pas de coût particulier
Entretien de l'infrastructure et du matériel roulant afin de limiter les incidents	Non estimé

7.3.4 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

Tableau 7.3-3 : Synthèse des impacts et des mesures – Risques technologiques

Dénomination de l'impact	Eléments du projet	Secteurs impactés	Impacts possibles	Niveau d'impact	Mesures d'accompagnement	Impacts résiduels	Mesures compensatoires
Chantier et exploitation : Proximité d'Installation Classée pour la Protection de l'Environnement avec le projet	Tunnel	Linéaire compris entre la gare de La Courneuve Six-Routes et celle du Bourget RER Linéaire compris entre la gare d'Aulnay et celle de Sevran-Livry	Incident au sein d'une ICPE ayant des répercussions sur le chantier (et sur la sécurité des intervenants de chantier)	Faible	Mise à jour des plans de sécurité par les entreprises Formation des agents du gestionnaire du réseau de transport sur la conduite à tenir en cas d'accident technologique Information et formation du personnel concernant les risques sur site	Potentiel	
Chantier et exploitation L'installation SEVESO Primagaz et ses impacts potentiels en phase travaux	Tunnel	Linéaire compris entre la gare de La Courneuve Six-Routes et celle du Bourget RER	Incident au sein de Primagaz (SEVESO Seuil Bas) ayant des répercussions sur le chantier (et sur la sécurité des intervenants de chantier)	Faible à nul	Mise à jour des plans de sécurité par les entreprises Formation des agents du gestionnaire du réseau de transport sur la conduite à tenir en cas d'accident technologique Information et formation du personnel concernant les risques sur site	Potentiel	
Chantier et exploitation Arrêté du 6 mars 2013 relatif à la gare de triage de Drancy-Le Bourget	Puits de ventilation P11, P12 et P13	Linéaire compris entre le Bourget RER et le Blanc-Mesnil	Interdiction d'aménagement dans un fuseau de 620m autour de la gare de triage de Drancy	Fort	S'affranchir de l'interdiction d'aménager dans la zone de 620m autour de la gare de triage de Drancy	Aucun	
Chantier et exploitation (impacts cumulés) : Incidents cumulés au niveau de la gare de triage de Drancy et des tunnels du projet	Tunnel et puits de ventilation P11, P12 et P13	Linéaire compris entre le Bourget RER et le Blanc-Mesnil	Accumulation de 2 incidents : Dans le système de transport Au niveau de la gare de triage de Drancy. Ces deux incidents sont additionnés mais sans relation l'un avec l'autre	Difficilement quantifiable	Gestion particulière de deux situations de crise concomitantes Entretien de l'infrastructure et du matériel roulant afin de limiter les incidents		
Chantier : Présence d'ICPE sur les bases chantier	Toutes les bases chantier	Toutes les bases chantier	Selon les installations réellement mises en place	Selon les installations réellement mises en place	Appliquer la réglementation ICPE Produire les études techniques et les dossiers réglementaires	Potentiels	

7.4 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 une 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.

7.4.1 Impacts et mesures en phase chantier

7.4.1.1 Impacts

Impacts directs

Les impacts de la phase chantier sont très difficiles à évaluer et à quantifier. Ils dépendent étroitement des matériels utilisés pour la construction de l'infrastructure et de leur mode d'alimentation en énergie. Certains fonctionnent avec des carburants liquides de type essence ou fuel.

Les matériels mobiles sont les tunneliers et les matériels associés. Les tunneliers, et le train « usine » qui suit chacun d'eux, fonctionnent à partir de moteurs électriques de 350 kW de puissance dont le nombre est adapté aux caractéristiques du tunnel à creuser et à la géologie locale.

Les tunneliers du Grand Paris Express sont alimentés par 8 moteurs de ce type. Le train suiveur présente lui aussi des moteurs électriques, de moindre puissance : le convoyeur à bande (pour les terres excavées sans boue) est alimenté par un moteur de 55 kW de puissance.

En termes d'ondes électromagnétiques, les émissions de ces moteurs restent compatibles avec les valeurs de référence indiquées dans le rapport 1/3 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.

Impacts indirects

Aucune impact indirect n'est identifié.

Impacts cumulés

Aucun impact cumulé n'est identifié.

7.4.1.2 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

Le chantier nécessitant l'emploi de matériels électriques générateurs d'ondes électromagnétiques, les mesures d'évitement ne peuvent être envisagées.

Mesures de réduction

Ces mesures ont pour objectif de limiter les émissions d'ondes électromagnétiques dues au chantier.

- **Choisir des matériels performants sur ce critère**

Il s'agit d'optimiser les matériels entre leur efficacité sur le chantier et les doses d'ondes électromagnétiques émises. Le respect des valeurs de référence est l'un des critères de mesure, donc de choix des matériels concernés.

- **Mise en place de cages de Faraday ou équivalent**

En cas d'utilisation de matériel fortement émetteur d'ondes électromagnétiques, il existe des moyens « d'isolement » de ces matériels pour en limiter spatialement les effets sur le principe de la cage de Faraday.

Ce type de mesure est d'autant plus important dans les zones où des matériels sensibles à ces ondes existent (hôpitaux, centres de recherche).

- **Mise en place d'instruments de mesure en limite de chantier pour la durée du chantier**

Cette mesure permet de quantifier réellement l'impact sur chaque chantier.

Effets résiduels

Les ondes électromagnétiques émises par les chantiers resteront en dessous des valeurs de référence en dehors du tunnel et en dehors des emprises chantier.

Elles le sont aussi dans la quasi-totalité des emprises chantier, les matériels électriques utilisés étant localisés et équipés de systèmes limitant.

7.4.2 Impacts et mesures en phase d'exploitation

7.4.2.1 Impacts

Les impacts sont liés au système électrique de fonctionnement du métro :

le rail d'alimentation ou la caténaire,

la motrice et les systèmes radio do communication avec le Poste de Commandement.

Impacts directs

Le métro est alimenté par un courant continu de 1500 volts.

Les figures ci-dessous, issues de simulations de champs électriques (E) et de champs magnétiques (H) issus d'une caténaire montrent que les niveaux de ces champs, donc celui des ondes électromagnétiques, sont forts dans des zones très peu étendues autour des sources et diminuent très vite, de sorte que les zones de présence du public ou des personnels présentent des champs faibles, largement compatibles avec les valeurs de référence.

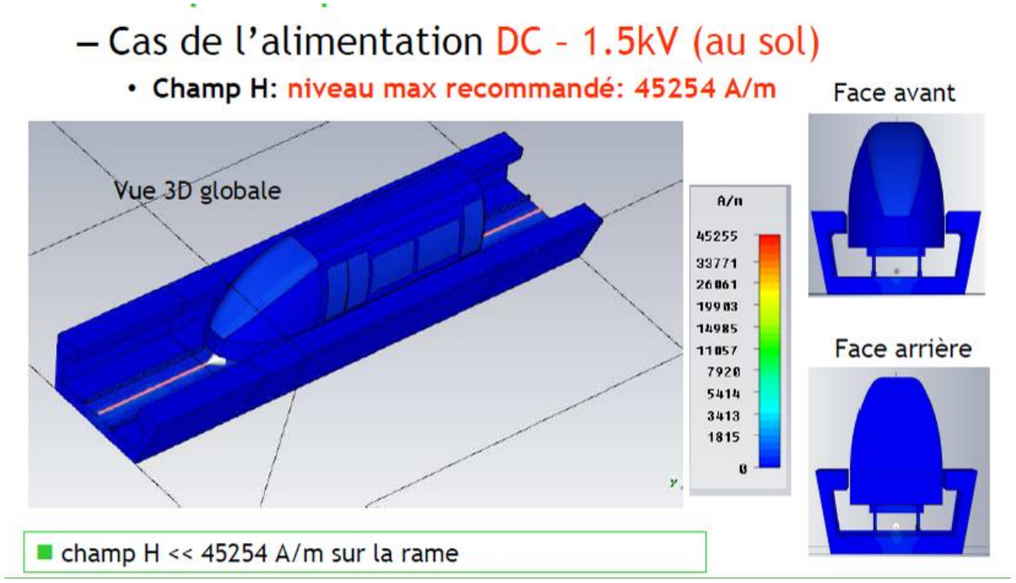


Figure 7.4-1 : Caténaire au sol – Simulation du champ magnétique – Vue 3D

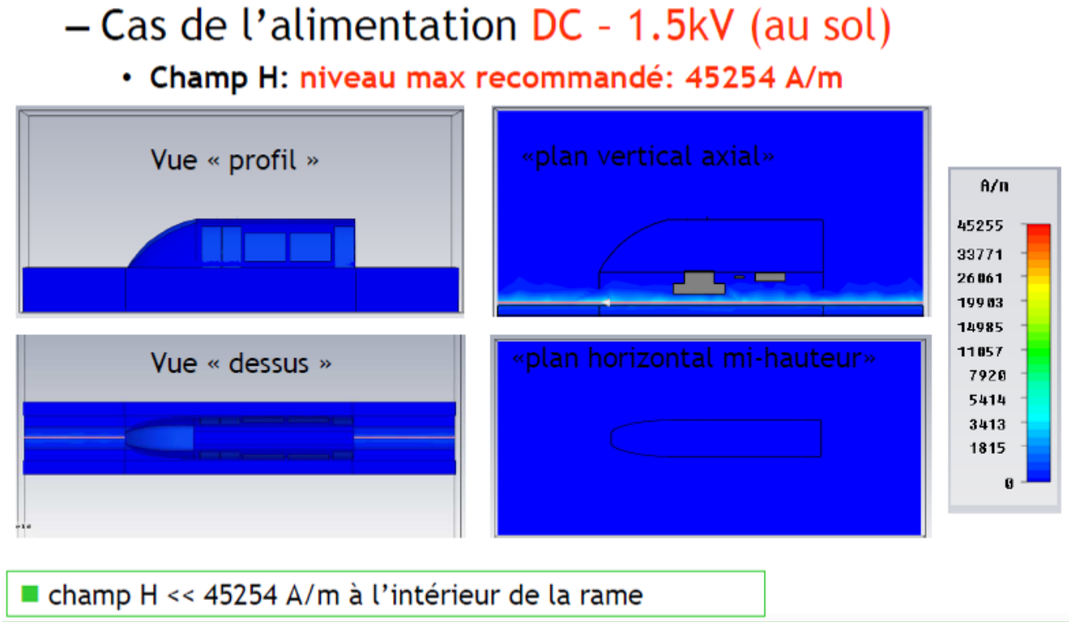


Figure 7.4-2 : Caténaire au sol – Simulation du champ magnétique – Vue de profil et du dessus

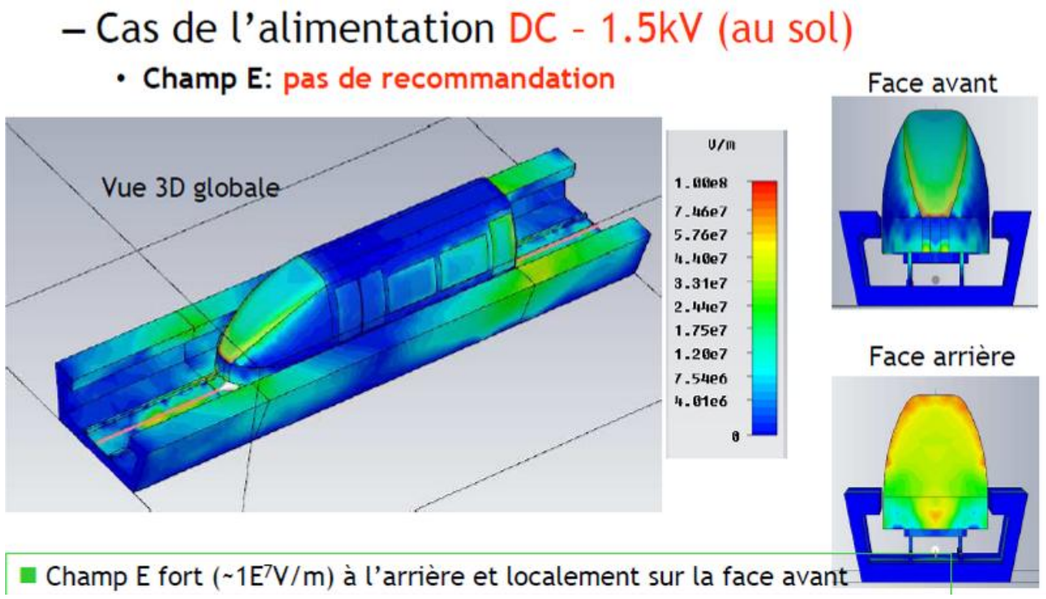


Figure 7.4-3 : Caténaire au sol – Simulation du champ électrique – Vue 3D

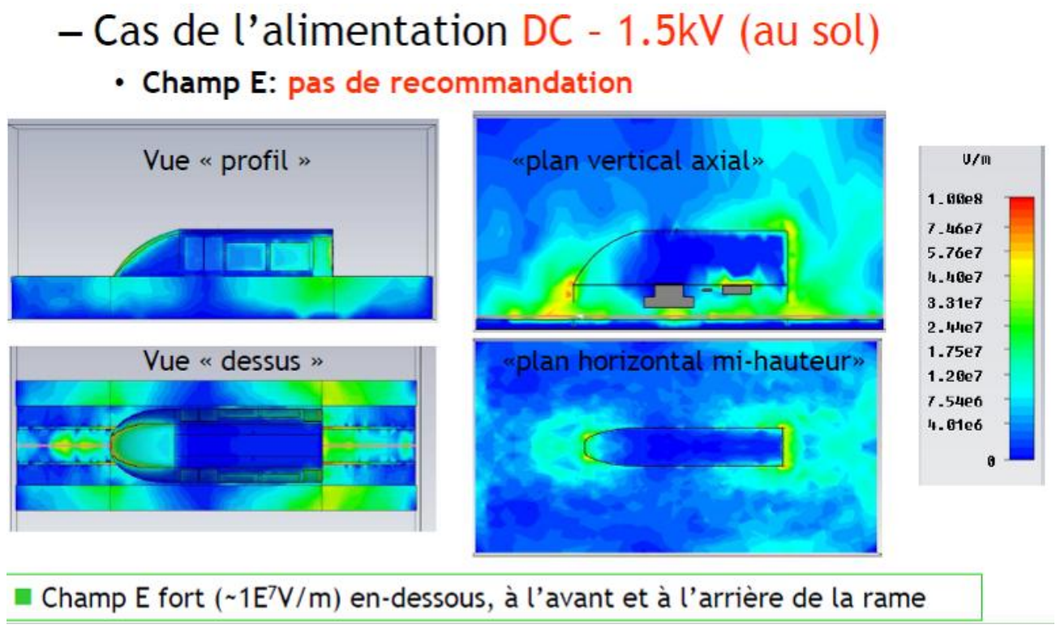


Figure 7.4-4 : Caténaire au sol – Simulation du champ électrique – Vue de profil et du dessus

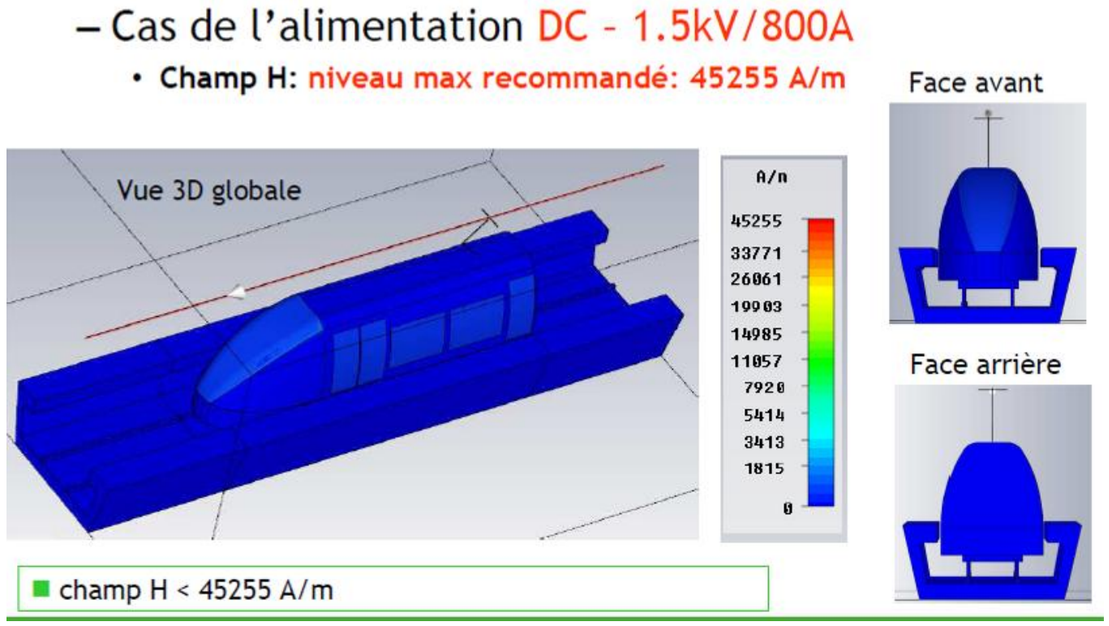


Figure 7.4-5 : Caténaire supérieure – Simulation du champ magnétique – Vue 3D

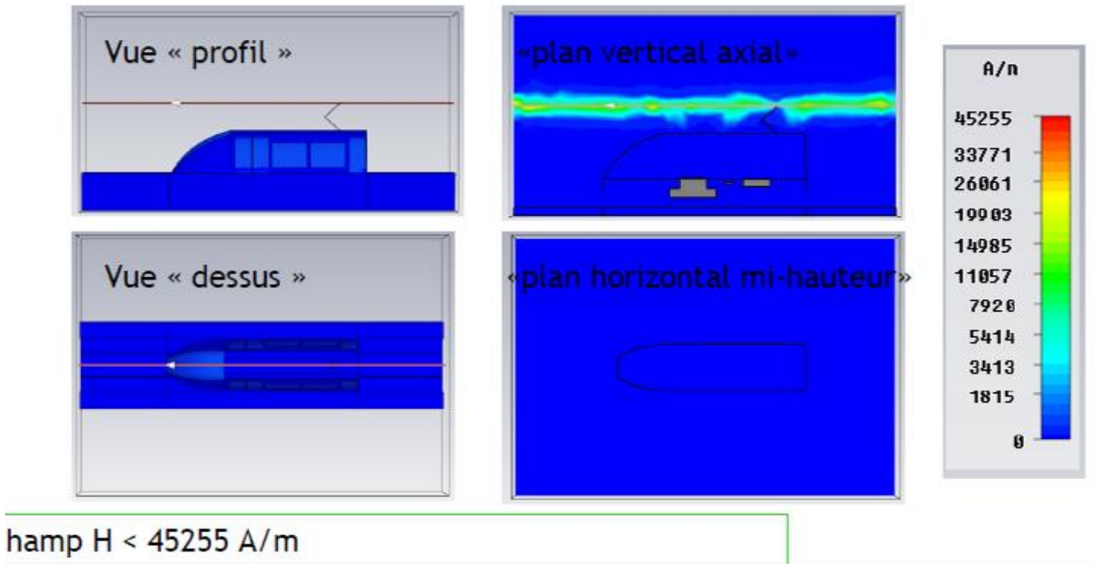


Figure 7.4-6 : Caténaire supérieure – Simulation du champ magnétique – Vue de profil et du dessus

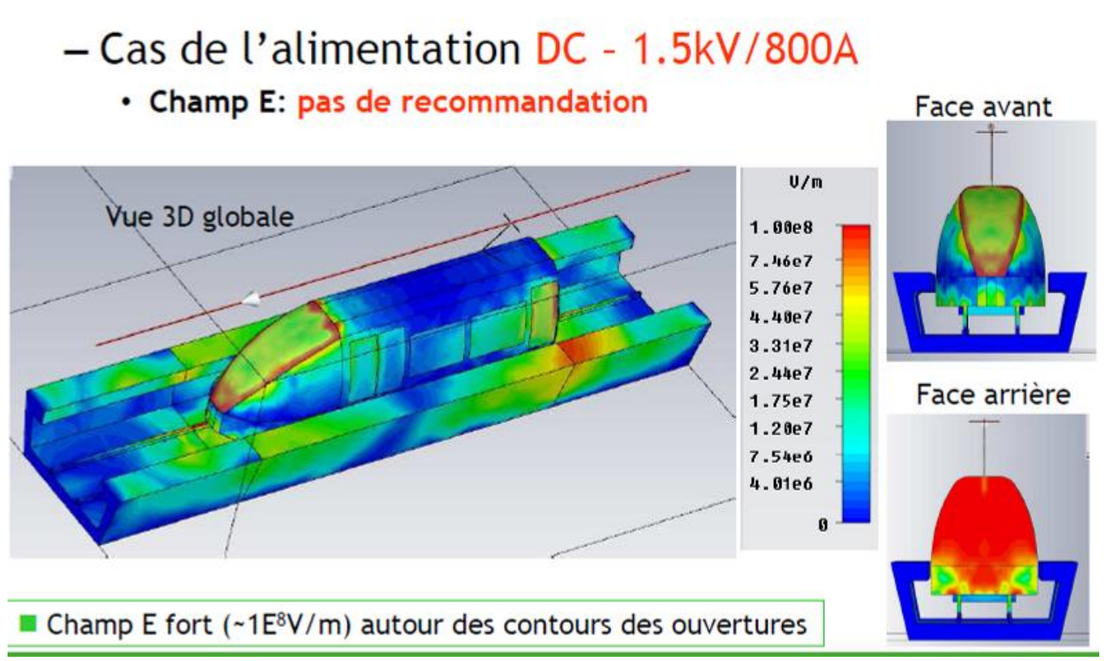


Figure 7.4-7 : Caténaire supérieure – Simulation du champ électrique – Vue 3D

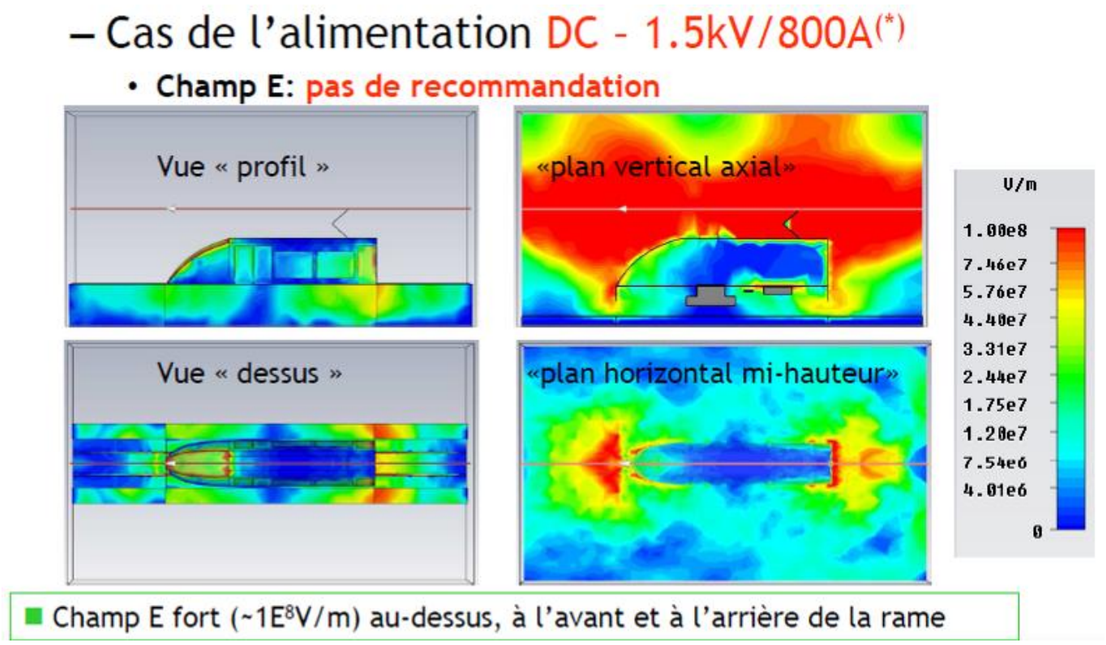


Figure 7.4-8 : Caténaire supérieure – Simulation du champ électrique – Vue de profil et du dessus

Comme le montrent les figures ci-dessus, les impacts liés au système électrique du métro sont peu étendus et restent limités à des zones restreintes autour des sources.

Les zones fréquentées par le personnel et les voyageurs ne sont pas atteintes.

Il n'y a donc pas d'impact lié aux ondes électromagnétiques.

Il n'y a pas non plus d'impact lié aux systèmes radio car ces systèmes sont moins puissants que la caténaire. Ils restent, comme les précédents, limités aux zones de proximité des sources.

Impacts Indirects

Aucun impact indirect n'est identifié.

Cumulés

Il n'y a pas non plus d'effets cumulés avec d'autres caténaires car les distances les séparant sont trop grandes pour que les champs électriques et magnétiques interfèrent.

7.4.3 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

Les impacts du projet liés aux ondes électromagnétiques sont nuls.

Les zones où les champs électrique et magnétique générateurs d'ondes sont suffisamment puissants pour générer des ondes ayant un impact potentiel ne concernent pas les zones fréquentées par les voyageurs et les personnels.

7.5 Environnement sonore

7.5.1 Introduction

L'objectif de cette analyse est d'évaluer, à l'horizon 2035, les impacts sonores liés au projet de métro automatique du tronçon entre Noisy-Champs et Saint-Denis Pleyel et entre Mairie de Saint-Ouen et Saint-Denis Pleyel.

En dehors du bruit solidien traité dans le chapitre relatif aux vibrations, les principaux impacts sonores prévisibles pour cette ligne où le métro est toujours en souterrain sont liés aux ouvrages annexes du métro (puits de ventilation, éventuels sites de maintenance et gares).

Le projet aura aussi des impacts indirects comme les effets sur le bruit de la circulation automobile (du fait d'une modification des flux automobiles) et les autres impacts induits, en particulier ceux liés à l'implantation des gares.

7.5.1.1 Méthodologie

Les impacts directs et indirects du métro sur le fuseau du projet sont tout d'abord étudiés de manière qualitative et quantitative pour la phase chantier puis la phase d'exploitation et les mesures adaptées à chaque type d'impact sont détaillées.

Cette analyse est ensuite complétée par une synthèse des impacts sonores à prévoir par type d'ouvrage avec pour chaque gare et chaque puits de ventilation la présentation des objectifs applicables. Ceux-ci sont définis sur base des cartographies sonores et données disponibles à ce stade de l'étude. Ils ne remplacent pas des mesures in-situ mais permettent ainsi d'évaluer le risque de nuisance sonores des ouvrages annexes que ce soit en phase chantier ou en phase d'exploitation.

Les impacts sont complétés par une analyse plus qualitative en terme d'accessibilité aux emprises de chantier et aux gares et une attention particulière est apportée aux zones naturelles / bâtiments sensibles situés à proximité des ouvrages.

Enfin les mesures recommandées sont synthétisées par type d'ouvrage en fonction des risques de dépassement sonore révélés dans l'analyse de sensibilité réalisée par ouvrage.

7.5.1.2 Rappel des textes réglementaires

Le projet étudié étant souterrain, il n'est pas soumise à l'arrêté du 8 novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires.

Les autres bruits générés par le projet (puits de ventilation, sites de maintenances, équipements/chantier…) sont quant à eux soumis à l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées et le décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage.

Enfin, trois directives européennes sont également applicables en ce qui concerne les équipements et véhicules de chantier (2005/88/CE relative aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur, 2006/42/CE relative aux bruits des machines et 2007/34/Ce relative aux bruits des véhicules)

Les valeurs applicables en environnement sont détaillées dans le rapport de phase 1 et rappelées dans les chapitres ci-après. En ce qui concerne les directives relatives au chantier, les valeurs les plus intéressantes sont reprises au chapitre concerné.

7.5.2 Impacts et mesures en phase chantier

7.5.2.1 Réglementation applicable en phase chantier

Le décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les Bruits de voisinage

" Les valeurs limites de l'émergence sont de 5 dB (A) en période diurne (de 7 heures à 22 heures) et de 3 dB (A) en période nocturne (de 22 heures à 7 heures), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif en dB (A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier de 0 à 6 dB(A) selon la durée d'apparition du bruit "

" Les valeurs limites de l'émergence spectrale sont de 7 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 125 Hz et 250 Hz et de 5 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz ".

De plus, spécifiquement pour les chantiers, le Décret 95-22 du 9 janvier 1995 [28] précise qu'un dépôt d'un dossier d'information auprès des maires et du préfet est nécessaire au moins 1 mois avant le début du chantier. Ce document doit entre autres comporter :

- La nature du chantier
- La durée prévisible
- Les nuisances sonores attendues ainsi que les mesures prises pour limiter ces nuisances

Directive " machines " 2005/88/CE et 2006/42/CE

La directive 2005/88/CE résulte de directives antérieures et a pour objet de fixer les niveaux de puissance sonore Lw des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments, dont entre autres les engins et matériels de chantier dans le but d'uniformiser les qualités acoustiques au sein de l'Union Européenne.

A titre informatif, ces valeurs maximales sont précisées dans le Tableau 7.5-1: niveaux de puissance sonore maximum autorisés pour les engins et équipements de chantier (source : directive Machines 2005/88/CE) ci-après.

C'est sur la base de ces valeurs que le pictogramme suivant atteste de la conformité à cette directive

Les machines et matériels utilisés dans le chantier devront tous porter ce pictogramme garantissant le respect de cette directive.

La directive 2006/42/CE émet des recommandations plus globales pour l'ensemble des machines sans distinction de leur utilisation à l'extérieur ou à l'intérieur des bâtiments.

Les machines respectueuses de ces directives européennes présentent impérativement le pictogramme suivant :

[28] *Décret relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres –article 8*



Figure 7.5-1 : Pictogramme marquage CE, conforme aux directives européennes 2005/88/CE et 2006/42/CE

Autres réglementations applicables

Le chantier doit également respecter les éventuels arrêtés municipaux ou préfectoraux sur les bruits de chantier ainsi que toute décision prise par les autorités compétentes concernant les nuisances sonores de ce chantier spécifique. Tous les comportements qui sont anormalement bruyants par rapport à l'activité habituelle du chantier doivent aussi être évités.

A noter l'existence d'un site internet destiné à la gestion des plaintes de bruits de voisinage (pour les administrations uniquement) : www.Tempo.bruit.fr.

7.5.2.2 Impacts sonores en phase chantier

Comme tout chantier d'envergure, la réalisation des travaux est susceptible de produire des nuisances sonores pour les riverains.

La majeure partie des travaux étant réalisée en souterrain, les impacts sonores directs seront générés au niveau des emprises de chantier, en particulier pour les travaux réalisés à ciel ouvert et au niveau des puits d'accès au chantier souterrain. Les nuisances sonores peuvent aussi bien résulter de l'intervention et de la circulation des engins de terrassement et de génie civil que des équipements et machines nécessaires au chantier.

Le transport de 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.

Enfin de manière indirecte, les déviations de trafic induites pas les chantiers peuvent influencer temporairement sur les niveaux de bruits routier existants.

Impacts directs

Les nuisances sonores induites par le chantier du métro automatique du tronçon « Noisy-Champs - Saint-Denis-Pleyel » sont susceptibles de varier pour chaque emprise en fonction des paramètres suivants :

- Le type d'ouvrage réalisé (gares, puits de ventilation, accès tunnelier…)
- La distance du chantier par rapport aux riverains
- L'emprise au sol des travaux
- La méthode de construction utilisée
- La localisation des puits d'accès
- Le nombre de tunneliers utilisés par ligne de métro
- La méthode d'évacuation des déblais
- Le volume des déblais évacués.

Les emprises de chantier les plus importantes sont celles des tunneliers et des gares avec des surfaces comprises entre 10 000 m² et 25 000 m².

Les installations de chantier nécessitent des emprises de taille importante à proximité de chaque puits d'accès tunnelier car elles comprennent non seulement les installations de chantier usuelles mais aussi les installations spécifiques aux tunneliers comme la centrale de traitement des boues ou la centrale à mortier et des zones de stockage des voussoirs et des déchets issus de l'excavation (voir au chapitre 2).

Les emprises chantier des puits sont quant à elles plus réduites, et représentent des surfaces comprises entre 800 m² et 1 800 m².

Les surfaces des emprises chantier sont reprises dans le chapitre 7.5.5.1 « Synthèse des impacts par ouvrage » pour information.

Impact de la localisation des emprises du chantier (points d'évacuation/arrivée des matières)

- Dans la mesure du possible, la proximité de voies d'eau sera systématiquement recherchée pour l'implantation des emprises de chantier, afin d'assurer une évacuation des déblais par ce moyen.
- Pour les sections réalisées par tunneliers, les puits d'attaques des tunneliers seront les points les plus sensibles car nécessiteront une grande emprise de chantier et la présence de sources multiples, dont un charroi de camions important.
- Pour les ouvrages réalisés sous dalle, l'emprise du chantier sera faible et les émissions sonores liées réduites.
- Pour les ouvrages réalisés à ciel ouvert, l'emprise du chantier sera non négligeable à l'emplacement même de ces ouvrages.

La sensibilité aux nuisances sonores pour chaque emprise de chantier est étudiée dans la suite du chapitre (voir point 7.5.5.1 « Synthèses des impacts sonores par type d'ouvrage »), en considérant une sensibilité accrue pour les points d'attaques des tunneliers où les déblais sont évacués.

De manière générale, la construction des puits de ventilation lorsque ceux-ci ne constituent pas des points d'attaque et/ou de sortie de tunnelier sont les chantiers a priori les moins impactants car d'emprises et de durées réduites et générant en outre des déblais moindres que ceux induits par la construction des tunnels ou des gares. Néanmoins en cas de technique de construction à ciel ouvert, le chantier va induire des impacts sonores négatifs, surtout si la méthode par palplanche est utilisée (à-coups importants) ou si des démolitions de bâtiments sont prévues.

La construction des gares présente un risque de gêne sonore plus important que celle des puits de ventilation du fait d'une emprise de chantier plus grande (min 10 000m2), de techniques partiellement à ciel ouvert même si certaines des gares seront ensuite réalisées en taupe compte tenu des contraintes d'urbanisation, d'une durée de chantier plus longue et d'un volume de déblais assez important.

Enfin, les points d'attaques des tunneliers constitueront les chantiers les plus sensibles car d'emprises très importantes, avec la mobilisation d'équipements sur une durée très longue et la génération d'un charroi important lié à l'évacuation des déblais. Néanmoins, dans certains cas, la possibilité d'installer le chantier en tranchée est intéressante et peut limiter fortement les nuisances sonores émises.

Niveaux sonores générés par les 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 pour acheminer 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 …)
- Equipements techniques (compresseurs, groupes électrogènes,…)
- Outils et machines de chantier (marteaux piqueurs, scies circulaires, bétonneuses, perceuses,…)
- Manipulation des matériaux (chocs, bruits de chargements/déchargements…)

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 fondations
- Travaux en béton.
- Super structure.

Les émissions sonores dépendront des techniques spécifiques choisies et de la puissance acoustique théorique des engins de chantier et varieront donc en fonction des différentes phases de construction (terrassement, gros œuvre, etc.). Les engins de chantier devront impérativement respecter la directive Machines 2005/88/CE dont les valeurs limites applicables aux machines et engins utilisés à l'extérieur sont précisées dans le tableau ci-après.

Tableau 7.5-1: niveaux de puissance sonore maximum autorisés pour les engins et équipements de chantier (source : directive Machines 2005/88/CE)

«Type de matériel	Puissance nette installée P, en kW Puissance électrique P_{el} en kW (1) Masse m de l'appareil, en kg Largeur decoupe L, en cm	Niveau admissible de puissance acoustique en dB/1 pW	
		Phase I à compter du 3 janvier 2002	Phase II à compter du 3 janvier 2006
Engins de compactage (rouleaux compacteurs vibrants et plaques et pilonneuses vibrantes)	$P \leq 8$	108	105 (2)
	$8 < P \leq 70$	109	106 (2)
	$P > 70$	89 + 11 lg P	86 + 11 lg P (2)
Bouteurs, chargeuses, chargeuses-pelleteuses sur chenilles	$P \leq 55$	106	103 (2)
	$P > 55$	87 + 11 lg P	84 + 11 lg P (2)
Bouteurs, chargeuses, chargeuses-pelleteuses sur roues, tombereaux, niveleuses, compacteurs de remblais et de déchets de type chargeuse, chariots élévateurs en porte-à-faux à moteur à combustion interne, grues mobiles, engins de compactage (rouleaux compacteurs non vibrants), finisseurs, groupes de puissance hydraulique	$P \leq 55$	104	101 (2) (3)
	$P > 55$	85 + 11 lg P	82 + 11 lg P (2) (3)
Pelles, monte-matériaux, treuils de chantier, motobineuses	$P \leq 15$	96	93
	$P > 15$	83 + 11 lg P	80 + 11 lg P
Brise-béton et marteaux-piqueurs à main	$m \leq 15$	107	105
	$15 < m < 30$	94 + 11 lg m	92 + 11 lg m (2)
	$m \geq 30$	96 + 11 lg m	94 + 11 lg m
Grues à tour		98 + lg P	96 + lg P
Groupes électrogènes de soudage et de puissance	$P_{el} \leq 2$	97 + lg P_{el}	95 + lg P_{el}
	$2 < P_{el} \leq 10$	98 + lg P_{el}	96 + lg P_{el}
	$10 > P_{el}$	97 + lg P_{el}	95 + lg P_{el}
Motocompresseurs	$P \leq 15$	99	97
	$P > 15$	97 + 2 lg P	95 + 2 lg P
Tondeuses à gazon, coupe-gazon/coupe-bordures	$L \leq 50$	96	94 (2)
	$50 < L \leq 70$	100	98
	$70 < L \leq 120$	100	98 (2)
	$L > 120$	105	103 (2)

(1) P_{el} pour les groupes électrogènes de soudage: courant de soudage conventionnel multiplié par le voltage de charge conventionnel pour la plus faible valeur du taux de travail donnée par le fabricant.
P_{el} pour les groupes électrogènes de puissance: énergie primaire selon la norme ISO 8528-1:1993, point 13.3.2.

(2) Les chiffres de la phase II sont indicatifs uniquement pour les types de matériels suivants:
— rouleaux compacteurs à conducteur à pied
— plaques vibrantes (> 3 kW),
— pilonneuses vibrantes,
— bouteurs (sur chenilles d'acier),
— chargeuses (sur chenilles d'acier > 55 kW),
— chariots élévateurs en porte-à-faux à moteur à combustion interne,
— finisseurs équipés d'une poutre lisseuse comportant un dispositif de compactage,
— brise-béton et marteaux-piqueurs à main à moteur à combustion interne (15<m<30)
— tondeuses à gazon, coupe-gazon/coupe-bordures.
Les chiffres définitifs dépendront de la modification de la directive à la suite du rapport visé à l'article 20, paragraphe 1. En l'absence de modification, les chiffres de la phase I resteront applicables durant la phase II.

(3) Pour les grues mobiles monomoteurs, les chiffres de la phase I demeurent applicables jusqu'au 3 janvier 2008. Au-delà de cette date, les chiffres de la phase II s'appliquent.

Le niveau de puissance acoustique admissible est arrondi par défaut ou par excès au nombre entier le plus proche (pour moins de 0,5, l'entier inférieur; pour 0,5 ou plus, l'entier supérieur).»

De manière générale, on peut considérer que les engins de chantiers et équipements techniques annexes (compresseurs, groupes électrogènes, etc.) ont une puissance acoustique comprise entre 90 et 115 dB(A).

Le tableau ci-dessous montre les niveaux de bruit équivalent potentiel à une certaine distance de l'équipement de chantier (tenant compte de sa puissance acoustique).

Tableau 7.5-2 : Niveaux de pression acoustique en dB(A) en fonction de la distance équivalent à des niveaux de puissance acoustique indicatifs

Puissance acoustique Lw en dB(A)	100 dB(A)	105 dB(A)	110 dB(A)	115 dB(A)
distance en m				
50 m	57,8	62,8	67,8	72,8
100 m	51,6	56,6	61,6	66,6
150 m	47,9	52,9	57,9	62,9
200 m	45,2	50,2	55,2	60,2
250 m	43,1	48,1	53,1	58,1
300 m	41,3	46,3	51,3	56,3
350 m	39,7	44,7	49,7	54,7
400 m	38,4	43,4	48,4	53,4
450 m	37,2	42,2	47,2	52,2
500 m	36,0	41,0	46,0	51,0

A l'analyse de ces tableaux, on peut affirmer que chaque engin ou équipement de chantier est susceptible d'impacter de manière significative l'environnement sonore avec des niveaux sonores potentiels de 58 à 73 dB(A) à 50m du chantier pour les équipements de puissance sonore Lw compris entre 100 et 115 dB(A). Cela montre l'importance de la prise en compte des niveaux de bruit généré lors du choix des équipements de chantier.

A 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.

Tableau 7.5-3 : Niveaux de bruits indicatifs prévisibles à proximité d'un chantier selon les différentes phases de travaux (SOURCE : 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

La synthèse des impacts par ouvrage du chapitre 7.5.5.1 prend en compte ces niveaux sonores et la distance des emprises de chantier par rapport aux habitations et/ou zones sensibles pour évaluer la sensibilité des emprises de chantier en matière de bruit. Ces niveaux sonores sont ensuite comparés aux cartes de bruit stratégiques fournies par Bruitparif pour évaluer le risque d'émergence de chaque emprise de chantier sur les riverains les plus proches.

Choix constructifs pour le projet / durées de chantier

Les tunnels de la Ligne sont principalement réalisés à l'aide de tunneliers sauf très localement en tranchée couverte (max 10% du tracé), soit des travaux en souterrain, ce qui réduit fortement les nuisances sonores potentielles. Les tunneliers prévus dans le cadre du projet sont au nombre de 6 et leurs puits d'attaque et de sortie sont rappelées sur la figure ci-après pour information.

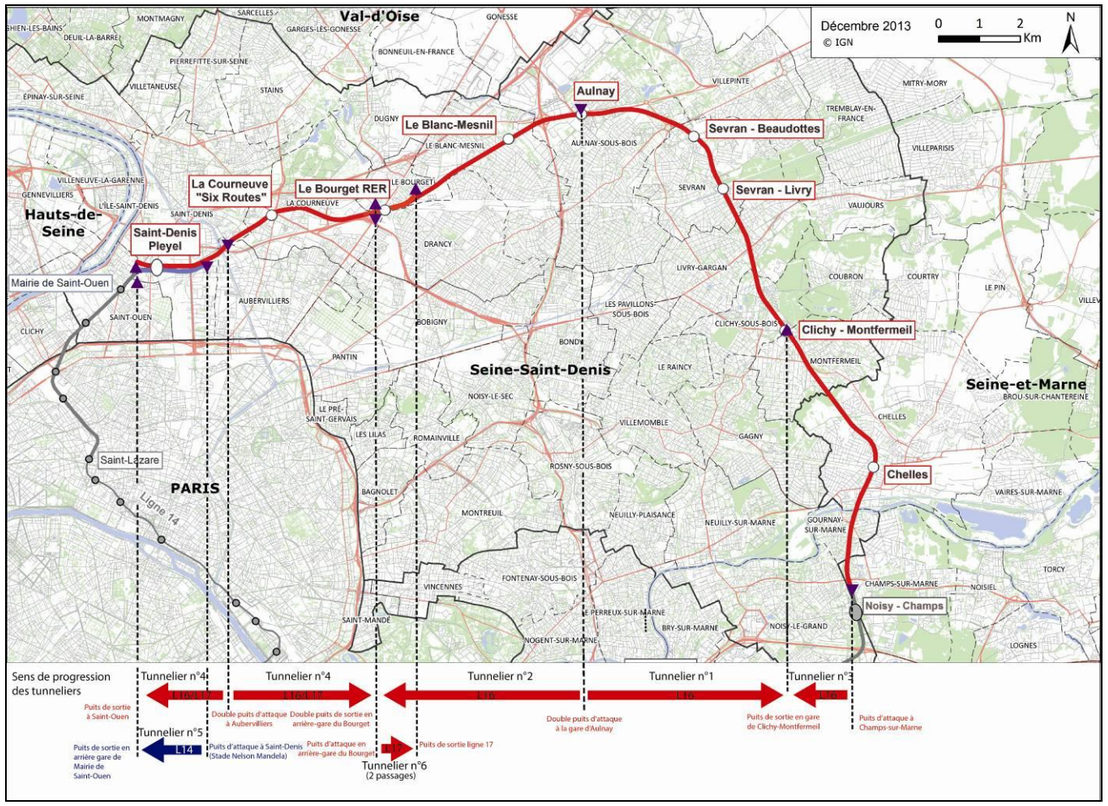


Figure 7.5-2 : Localisation des puits attaque des tunneliers pour les tronçons Saint-Denis Pleyel -- Noisy Champs et Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel (Source SGP)

De manière générale, les gares et ouvrages annexes seront construits par des méthodes plus traditionnelles d'excavation. Ces travaux sont réalisés depuis la surface après libération des emprises. Ces travaux sont en général initiés avant le creusement des tunnels afin de servir de points d'attaque et/ou de maintenance au-fur et à mesure de l'avancée du tunnelier.

Les méthodes constructives proposées pour les gares et les puits de ventilation en raison de la forte urbanisation des zones sont les méthodes en tranchée couverte dites de « radier premier » et de « couverture première ». La deuxième méthode est la moins génératrice de bruit car la dalle de couverture est mise en place très tôt dans le déroulement du chantier tandis que la méthode de « radier premier » utilise des butons ajourés pour maintenir les parois moulées, les dalles intermédiaires étant placées un peu plus tard dans le cours du chantier.

La méthode en tranchée couverte dites de « radier premier » est utilisée pour 7 gares dans le cadre du projet[29] et pour la majorité des ouvrages annexes.

[29] *Pièce D4 « Caractéristiques principales des ouvrages les plus importants et conditions d'exécution des travaux « - source SGP*



Figure 7.5-3 : Exemple de méthode dite de « radier premier » avec butons pour maintenir les parois moulées –(source http://www.lgv-sea-tours-bordeaux.fr)

Durées de chantier

Il ne faut pas oublier que les nuisances en phase chantier sont des nuisances provisoires qui n'existeront plus une fois le projet en exploitation.

La gêne sonore induite dépend donc non seulement du système constructif mais aussi de la durée des travaux.

A titre indicatif, les tableaux suivants reprennent les délais à prévoir pour la réalisation d'un puits de ventilation et des gares du projet.

Tableau 7.5-4 : Durée chantier à titre indicatif pour réalisation puits de ventilation (source : M6X-RATP-INF-FAI-NTC05013-d-1-0_OuvragesAnnexes)

Phase du chantier	Site contraint Zone urbanisée - Emprise chantier faible (chantier sous dalle)	Site non contraint Zone peu urbanisée - emprise chantier + forte (chantier à ciel ouvert
Terrassement	6 mois	4 mois
Génie civil gros œuvre	16 mois	11 mois
Génie civil second œuvre	6 mois	6 mois

Tableau 7.5-5: Durée chantier à titre indicatif pour réalisation des gares du projet (source : M1X-EGIS-000-FAI-RATP-1-d0-0 et/ou NTC4B, NTC8B et NTC9B EGIS et SGP)

Gare	Durées de chantier estimées (occupation de l'emprise)
Saint-Denis Pleyel	72 mois
La Courneuve Six Routes	36 mois
Le Bourget RER	36 mois
Le Blanc-Mesnil	28 mois
Aulnay	75 à 80 mois (puits attaque tunnelier)
Sevran-Beaudottes	40 mois avec libération de la majorité de l'emprise après 24 mois
Sevran-Ivry	34 mois
Clichy-Montfermeil	24 mois
Chelles	44 mois avec libération de la majorité de l'emprise après 24 mois
Noisy-Champs	≥ 48 mois (puits attaque tunnelier)

En ce qui concerne la durée de forage des tunnels et d'excavation des gares pour le tronçon entre Le Bourget RER et Noisy-Champs, le mémoire de synthèse de l'étude de faisabilité relatif à la Ligne 16 « Le Bourget – Noisy-Champs » par EGIS [30] précise que :

- Sur base de l'utilisation de 3 tunneliers, on arriverait à une durée totale du chantier de 53 mois (hypothèse de 300m creusés par mois, hors phase de démarrage des tunneliers et traversée des gares)
- La section Aulnay-Clichy-Montfermeil sera réalisée sur une durée de 31 mois
- La section Noisy-Champs-Clichy-Montfermeil sera réalisée sur une durée de 23 mois
- La section Aulnay-Le Bourget RER sera réalisée sur une durée de 20 mois
- Enfin, pour les sections de tunnel réalisées en tranchée couverte, les durées sont plus longues avec 24 mois pour la section de 1144m à Clichy Montfermeil (gare comprise) et 18 mois pour la section de 850m à Noisy-Champs

La phase des travaux va donc durer de 2 à 4,5 ans pour le site d'Aulnay et la fin du forage des tunnels. Cela signifie que les nuisances sonores potentielles induites durant cette phase vont perdurer sur les périodes assez longues.

En ce qui concerne la section comprise entre Saint-Denis Pleyel et Le Bourget RER, celle-ci sera réalisée en deux fois avec le même tunnelier depuis le puits situé en bordure du Canal Saint-Denis à Aubervilliers et sur une durée globale de 30 mois environ.

La section entre l'arrière-gare à l'ouest de la gare Le Bourget RER et l'entonnement de la ligne 17 situé à l'est de cette gare, la réalisation des deux tunnels est prévue avec le même tunnelier sur une durée d'environ 15 mois.

Enfin, la section entre Mairie de Saint-Ouen et Saint-Denis Pleyel sera réalisée sur une durée de 8 mois environ.

Evacuation des déblais / approvisionnement matières premières :

Pendant toute la durée du chantier le charroi de camions aura un impact sonore potentiel significatif pour les riverains. En effet le volume de déblais excavés ajouté au volume de matériau nécessaire à la construction des infrastructures va engendrer une forte augmentation du trafic routier, surtout des poids lourds.

Grâce à l'optimisation des gares (diminution de leur longueur) et du tracé, le volume initial des déblais a pu être réduit d'environ 450 000m^3 sur les travaux de la Ligne 16 « Le Bourget-Noisy-Champs » selon la note NTC12A « Traitement des déblais » d'EGIS.

Sur la ligne « Le Bourget-Noisy-Champs », les déblais seront répartis comme suit :

- 1,435 Millions de m^3 de déblais pour l'excavation des tunneliers
- 0,395 Millions de m^3 de déblais pour les gares
- 0,230 Millions de m^3 de déblais pour les puits de ventilation
- 0,280 Millions de m^3 de déblais pour l'arrière-gare du Bourget

[30] *Etude d'Infrastructure de transport ferroviaire : Etude de faisabilité – Rapport 5 - Mémoire de Synthèse réalisé par EGIS référence LOLIGNE 16MS06- M1X-EGIS-000-FAI-RATP-1-d0-0 du 2/11/2011*

Pour le tronçon « La Courneuve Six Routes- Saint-Denis Pleyel », le volume de déblais est estimé par ratio (sur base des données ci-dessus) à au moins 0,5 Millions de m^3 de déblais.

Au total au moins 2,84 millions de m^3 de déblais, soit environ 5,98 millions de tonnes, seront générés dont environ 33% seront générés au niveau de la gare d'Aulnay qui bénéficie d'une bonne accessibilité routière et ferroviaire et qui est le point d'attaque de 2 tunneliers.

Les déblais générés par les tunneliers ne pourront pas ou très peu être revalorisés dans le cadre du chantier même avec l'utilisation de tunnelier à pression de terre en raison d'une trop grande teneur en eau et/ou d'adjuvants, du broyage des matériaux, du mélange des lithologies…

Seuls les déblais générés par les autres ouvrages (gare et puits) réalisés de manière plus traditionnels pourront éventuellement être réutilisés sur place en fonction de leur nature, de leur qualité et des besoins en matière première pour les travaux et aménagements associés.

Les possibilités de revalorisation in-situ des déblais sont évaluées comme faibles, ce qui n'est pas positif pour la réduction du trafic de poids lourds.

La grande majorité des déblais devront donc être évacués vers des centres de stockage et les matières premières nécessaires à la fabrication du béton devront être acheminées aux emplacements des fouilles à partir des centres de gisements de matériaux valorisables.

La localisation des centres de stockage et de gisements de matériaux valorisables ainsi que le mode de transport des déblais et des matières premières vont donc être des critères de choix important pour les nuisances sonores.

Analyse de l'impact sonore des différents transports

- **Transport routier**

Actuellement, le transport routier constitue le mode d'acheminement le plus courant vers les installations de traitement, de stockage ou vers les carrières en Ile-de-France car ce mode de transport est le plus accessible et le plus simple à mettre en œuvre. Il a néanmoins un impact sonore important comparativement aux transports alternatifs fluvial et ferroviaire.

Les nuisances sonores d'un charroi " chantier " dépendent de 3 paramètres :

- La vitesse des camions ;
- La fréquence des camions (nbre/jour) ;
- La pente de voirie (considérée ici comme nulle).

Le tableau ci-dessous montre les niveaux de bruit équivalent à côté d'une voirie (10 camions/h).

Tableau 7.5-6 : Niveaux de pression acoustique moyen en dB(A) obtenus à côté d'une voirie (10 camions/heure) en fonction de la distance et de la pente de la voirie

Distance	5m	10m	15m	20m	25m	50m	75m	100m	150m	200m
Pente 0 %										
Vitesse de 30 km/h	65,5	62,1	60,1	58,5	57,1	53,0	51,2	49,9	48,0	46,5
40 km/h	64,4	61,0	59,0	57,4	56,0	51,9	50,0	48,8	46,9	45,3
50 km/h	63,6	60,3	58,3	56,7	55,3	51,2	49,3	48,1	46,1	44,6
Pente 7 %										
Vitesse de 30 km/h	68,2	64,9	62,8	61,2	59,8	55,7	53,9	52,6	50,7	49,2
40 km/h	67,1	63,8	61,7	60,1	58,7	54,6	52,8	51,5	49,6	48,1
50 km/h	66,4	63,0	61,0	59,4	58,0	53,9	52,0	50,8	48,8	47,3

Ce tableau montre que l'iso-contour de 50 dB(A) se trouve à environ 100 m de la voirie, celui de 55 dB(A) à 60 m et celui de 60 dB(A) à 20 m. Il est important de signaler que les niveaux de crêtes (pointes) lors du passage d'un camion sont nettement plus élevés (80 dB(A) à moins de 20 m).

Le charroi de camions généré par le chantier peut donc aussi avoir un impact sonore important pour les riverains, en particulier au niveau des voies d'accès au chantier.

En outre le tableau ci-dessus ne prend pas en compte les bruits annexes liés au charroi des camions que sont les avertisseurs sonores, les sirènes de recul des camions, la circulation à vide des camions (tôle qui vibre), le stationnement des camions moteurs en marche, les bruits de déchargements/chargements des matières…

Dans le cadre du projet, les points principaux d'évacuation des déblais de la Gare d'Aulnay et du puits de Noisy-Champs permettent une assez bonne accessibilité routière via respectivement l'autoroute A3 et l'autoroute A4. L'évacuation à partir de la Courneuve Six-Route est également facilitée grâce à l'autoroute A1 et la A86.

Néanmoins les études complémentaires réalisées par EGIS [31] montre que du fait de l'absence de possibilité de traitement en Ile de France et vu la quantité de déblais à traiter, une combinaison des différents mode transports est nécessaire car le transport routier ne permettra pas à lui seul de transporter tous les déblais.

Le transport ferroviaire et le transport par voie fluviale sont donc incontournables avec éventuellement un court transport par camions, avant de recharger sur le train ou la péniche.

- **Transport fluvial**

Au cours des dernières années, la voie fluviale a connu un essor important et le transport des matières premières en granulats se fait de plus en plus par cette voie (28% du trafic en 2006).

La plupart des chantiers de prolongement de lignes de métro, étudié dernièrement, proposent un transport multi - modal en privilégiant le transport fluvial qui seul permet d'abaisser les coûts de transport et de stockage en décharges de classe 1 situées en dehors d'Ile de France ou aux limites de la région francilienne.

Les possibilités d'utiliser ce mode de transport sont importantes en raison des infrastructures existantes et de l'accessibilité aux sites de chantier et aux centres de stockage / gisements. L'Ile-de-France compte en effet une cinquantaine de ports et quais de chargement privés ou publics, dont 11 sur Paris.

[31] *Etudes préliminaires complémentaires tronçon « Le Bourget RER / Noisy-Champs » Note NTC12A – Traitement des déblais - EGIS*

Le transport fluvial permet le déplacement de convois de très grande capacité, mais variant suivant la voie d'eau. Ainsi, en aval de Paris, les convois peuvent atteindre 5000 tonnes de capacité sur la Seine, soit l'équivalent de 200 camions.

En outre, le projet de réalisation du canal Seine Nord devrait permettre, à l'horizon 2018, le transport fluvial de grande capacité (5000 tonnes) vers le nord de la France, offrant ainsi des débouchés complémentaires pour les déblais générés par les travaux du Grand Paris.

La voie fluviale sera autant que possible utilisée pour la livraison des matériaux ainsi que l'enlèvement et le transport des déblais.

Ce mode de transport est donc une bonne alternative pour réduire de manière importante l'impact sonore lié à l'évacuation des déblais et l'acheminement des matières premières.

Dans le cadre du projet, les emprises de chantier se situent souvent à moins de 10km d'une voie fluviale mais seules les emprises chantier de la gare de Sevran-Livry et du puits32 sont situées au bord de l'eau, ce qui implique que pour la majorité des chantiers un transport mixte voies routières / voies fluviales sera nécessaire. Le Maître d'ouvrage a du reste décidé d'implanter une plate-forme de transbordement par voie fluviale au niveau du puits d'attaque d'Aubervilliers qui permettra une évacuation par le Canal Saint-Denis.

Enfin, les Etudes préliminaires complémentaires[32] réalisées par EGIS montrent que le transport fluvial pourrait être envisagé pour l'évacuation des déblais à partir du puits d'attaque de Noisy-Champs en imaginant néanmoins un moyen pour faire la jonction entre la gare et le canal parallèle à la Marne : a priori, seule une jonction par camion semble envisageable compte tenu de la distance à parcourir de l'ordre de 2.0 km.

- **Transport ferroviaire**

L'intérêt de ce mode de transport est limité car difficile à mettre en place. Il est uniquement adapté pour les emprises situées à moins de 10km d'une gare.

Ce qui est le cas pour une grande partie des ouvrages du projet. Ceci montre l'intérêt de ne pas exclure ce mode de transport pour le projet.

Les études d'EGIS montrent que ce mode de transport pourrait être étudié pour l'évacuation des déblais du puits d'attaque d'Aulnay en imaginant un transport par convoyeur entre le puits et les voies ferroviaires (liaison Garonor/PSA) affectées au chargement des déblais. Cette mesure aurait un grand impact sur le charroi de poids lourds induit car il s'agit du site d'évacuation le plus important du projet.

Enfin, la possibilité du transport ferroviaire est également mise en avant dans le rapport d'EGIS concernant les gares du Bourget RER et Chelles.

Impact de la localisation des carrières et des sites de stockage et traitement des déblais

Les sites de stockage et de traitement des déblais les plus adaptés sont étudiés par contraintes dans le rapport d' « étude des possibilités de traitement, de mise en décharge et de valorisation des déblais générés par la réalisation du réseau de transport public du Grand Paris » (source IDDEA / SGP), en particulier par rapport à leur distance par rapport à un accès fluvial, routier ou ferroviaire et leur distance par rapport aux riverains qui est directement en relation avec les nuisances induites par ces sites (voir pages 49 à 63 du rapport). Ils ont servi de base à l'élaboration du Schéma directeur d'évacuation des déblais annexé à la présente étude.

Ainsi, de nombreux centres de traitement ou carrières envisagés ont un accès fluvial à moins de 10km, ce qui est très positif pour la réduction de l'impact sonore lié au charroi car cela signifie qu'une grande partie des déblais pourront être acheminés par péniches.

Les réseaux ferroviaires sont moins intéressants car peu de sites présentent un accès direct à une gare ferroviaire à moins de 10km. Ce qui implique que l'usage de la voie ferrée demande de recourir partiellement au transport routier (cf. Schéma directeur d'évacuation des déblais).

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…

Etude de la sensibilité du chantier par rapport aux méthodes et engins utilisés pour la construction

Sensibilité	Code couleur
Très élevée (risque d'impact sonore très important)	
Elevée (risque d'impact sonore important)	
Moyenne (risque d'impact sonore moyen)	

Tableau 7.5-7 : Impacts sonores prévisibles en fonction du type de travaux effectués

Phases	Travaux considérés	sensibilité
Construction des tunnels	Travaux préparatoires et aménagement du lieu d'enfouissement	
	Première phase de construction de la gare ou du puits d'attaque	
	Amenée et montage du (ou des) tunnelier(s)	
	Fouille (base 4 tunneliers pour le projet)	
	Evacuation des déblais	
	Deuxième phase et fin de construction de la gare - ou du puits - après sortie du tunnelier.	
	Pose des voies	
Construction des gares et ouvrages annexes (puits, SMR/SMI)	Démolition / Terrassement	
	Gros œuvre	
	Second œuvre	
Evacuation des déblais / Acheminement des matières premières	Transport routier	
	Transport fluvial	
	Transport ferroviaire	
Equipements		

[32] *Etudes préliminaires complémentaires tronçon « Le Bourget RER / Noisy-Champs » Note NTC12A – Traitement des déblais - EGIS*

Etude de la sensibilité des bâtiments par rapport aux emprises de chantier

Tableau 7.5-8 : Sensibilité des ouvrages au bruit généré par les travaux

Type de bâtiments	Sensibilité aux bruits du chantier
Hôpitaux	Très sensible
Habitations	Très sensibles
Ecoles / université	Très sensibles
Routes / voies ferrées	Peu sensibles
Voies fluviales	Peu sensibles
Parc	Très sensibles
Bureaux	Sensibles
industries	Peu sensibles sauf si industries sensibles vibrations
Commerces / gares	Sensibles
Espaces sportifs	Peu sensibles
Maisons de retraite	Très sensibles
Zones piéton	Très sensibles
Eglise / lieu de culte	Très sensibles

Conclusion

Les nuisances sonores durant la phase de chantier sont susceptibles d'être générées sur des durées assez longues (minimum 2 ans) et seront 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. Le mode constructif prévu ainsi que le mode de transport vont aussi influencer de manière significative les impacts sonores induits par les chantiers. Enfin, les bruits causés par les éclats de voix, les sirènes de recul et les bruits de chargements/déchargements des matières pourront également engendrer ponctuellement des nuisances sonores.

Impacts indirects

Les impacts sonores indirects potentiels en phase chantier sont liés aux déviations qui seront mises en place pour permettre une bonne gestion du chantier (accès, surface, sécurité…).

En effet le trafic routier étant le bruit le plus prégnant dans le fuseau du tronçon « Noisy-Champs – Saint Denis Pleyel », les déviations peuvent modifier significativement l'environnement sonore auquel sont soumis les riverains des emprises chantier avec :

- Un impact sonore positif au niveau des riverains situés le long des voiries fermées et inaccessibles au trafic sachant que ceux-ci sont néanmoins les plus susceptibles de subir les bruits de chantier dont le charroi des camions

- Un impact sonore plutôt négatif au niveau des voiries de déviation où l'augmentation de trafic pourrait induire une élévation significative des niveaux de bruit routier. Néanmoins il faut rappeler qu'à vitesse égale, il faut une augmentation de 30% du trafic pour que l'impact soit audible (+1 dB(A)) et il faut un doublement de trafic routier pour observer une augmentation de 3 dB(A). Cet impact sera donc important en cas de déviation d'une route principale sur une route secondaire mais assez faible en cas de déviation d'une rue résidentielle vers une rue à fort trafic.

Pour certains riverains, les impacts sonores induits par les travaux pourront donc partiellement être compensés par une réduction temporaire du bruit routier, ceci en particulier la nuit et les week-ends où la majorité des chantiers seront à l'arrêt ou en fonctionnement réduit (hors tunnelier).

Les riverains situés le long des déviations subiront quant à eux un impact sonore variable en fonction de l'adaptation de la route à accueillir un surplus de trafic.

Lorsqu'elles sont connues, les voiries déviées sont précisées au point 7.5.5.1 « Synthèse des impacts sonores par type d'ouvrage »

Impacts sur les zones de calme

Il est considéré que les zones actuellement calmes existantes en région Ile-de-France doivent être conservées. En effet, ces zones constituent un véritable enjeu de santé publique et de préservation de la nature.

Cette préoccupation est récente mais va sans nul doute prendre une ampleur sans précédent dans les prochaines années car s'intègre totalement dans les démarches actuelles de développement durable, de recherche du bien-être et d'écologie (pour rappel, le bruit est considéré comme la première pollution par les français). L'IAURIF a réalisé une vaste étude à ce sujet en 2006 pour montrer l'intérêt de conserver et de développer les zones de calme. Ce rapport regroupe également les expériences et études européennes en matière de zones calmes.

Ces dernières auraient des propriétés curatives, lorsqu'elles sont associées à une zone d'espace vert, elles permettent entre autre:

- d'évacuer le stress et la fatigue
- de faire de l'exercice physique
- de créer des contacts sociaux
- de faire des activités nécessaires au bon développement des enfants
- de stimuler le développement personnel (meilleure concentration)…

Les personnes sont en forte demande pour fréquenter des zones calmes, surtout celles qui subissent du bruit chez elles. Lorsque l'on rapproche cela avec les effets potentiels du bruit sur la santé, on comprend à quel point la conservation/création de zones calmes est importante. Chaque pays a son approche spécifique et sa définition pour les zones calmes.

En effet, les études s'accordent toutes pour dire que la notion de calme varie en fonction du lieu où la personne se trouve (facteur non acoustique).

De manière générale, une zone calme est associée aux niveaux de bruits suivants :

- 40 à 50 dB(A) maximum en milieu urbain
- 30 à 40 dB(A) maximum en milieu rural
- 30 dB(A) pour les zones de protection naturelle

Les indices utilisés pour l'évaluation du bruit en zone calme ne sont pas encore uniformisés au sein de l'Europe. Plusieurs études s'accordent à dire que l'indice Lden ou LAeq (24h) permettent une

bonne évaluation du bruit pour les zones calmes. Si l'on considère que les zones calmes sont surtout fréquentées en journée, l'indice LAeq jour (6-22h) peut aussi avoir son intérêt.

Enfin, l'indice LA90 est également proposé car il représente bien le niveau de bruit minimum observé sur une période (niveau sonore dépassé pendant 90% du temps). L'étude de la différence entre le LAeq et le LA90 permettrait donc d'étudier " la stabilité " du calme et les sources plus ponctuelles.

Influence du chantier par rapport aux zones calmes

La phase chantier va impacter de manière importante sur les zones de calme, soit par leur destruction partielle ou totale, soit par une proximité qui va détériorer temporairement leur environnement sonore. Il s'agit en particulier les zones suivantes :

- Le Parc jean Duclos au Blanc-Mesnil qui accueillera la gare en souterrain, d'où une destruction partielle de la zone calme
- Le parc de la Butte Verte et le bois de la Grange à Noisy-Champs qui accueillera la grande gare de correspondance de Noisy-Champs en souterrain d'où une destruction partielle de la zone calme
- La zone naturelle de Montguichet à Montfermeil et Chelles qui accueillera potentiellement 1 puits, d'où une destruction partielle de la zone calme
- Le parc Roger Badier et le Parc des Sœurs à Sevran, situés à moins de 100m de la gare de Sevran-Livry mais qui a priori sont des parcs assez impactés par le bruit du RER
- Le parc de la ferme Montceleux à Sevran, situé à environ 170m de la gare de Sevran-Beaudottes
- La forêt régionale de Bondy située à environ 150m de la gare de Clichy-Montfermeil (site Natura 2000)
- Le parc Jean-Valjean / l'Arboretum à Montfermeil
- Le parc du Fort de Chelles
- Le Parc Robert Ballanger à Aulnay-sous-Bois situé à 350m de la gare d'Aulnay
- Dans une moindre mesure car déjà bien impactés par le bruit du RER B, les sites Natura 2000 du parc forestier national de Sevran et du Bois de la Tussion situés à environ 500m de la gare de Sevran-Livry
- …

D'autres zones d'espaces verts sont constatées sur ou à proximité des emprises de chantiers et vont subir un impact sonore de ces derniers mais il ne s'agit pas forcément de zone calme à ce jour. Un des intérêts de l'étude sera d'étudier les espaces verts qui pourraient être améliorés dans le futur de manière à compenser les effets du projet et des chantiers (voir chapitre Mesures de Compensation).

Cumulés

Les ouvrages des lignes sont souvent implantés dans des quartiers/zones où divers projets d'aménagement sont en cours. Il est possible que durant la phase chantier des tronçons « Saint Denis-Pleyel-Noisy-Champs » et « Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel » d'autres chantiers soient en cours, ce qui pourraient augmenter les impacts sonores pour les riverains. Néanmoins à l'heure actuelle il n'est pas possible de définir précisément les impacts cumulés car les informations concernant l'organisation et la durée des autres chantiers d'aménagements ne sont pas portées à notre connaissance à ce jour.

7.5.2.3 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

E01 : Fixation stricte des horaires, gestion du planning et durée des travaux

- Fixer un horaire de chantier fixe et impératif pour les emprises à ciel ouvert en période de semaine et la journée uniquement (l'horaire doit être compris entre 7h00 et 20h00) et en contrôler le respect.
- Veiller à déplacer les travaux les plus critiques en dehors des plages horaires sensibles (nuit, repas, week-end).
- Limiter au maximum la durée d'apparition du bruit en mettant hors tension les machines dès qu'on en a plus l'utilité, en particulier la nuit et le week-end.
- N'accepter de dérogation d'horaires que pour raisons exceptionnelles (acheminement de matériaux par transport exceptionnel de nuit, ...).
- Planifier et réaliser les travaux bruyants suivant un planning aussi serré que possible.

E02 : Choix des méthodes de construction les moins bruyantes

- Choisir les méthodes de construction les moins bruyantes lorsque cela est techniquement possible, par exemple la construction sous dalle plutôt qu'à ciel ouvert, la méthode de pieux forés au lieu de pieux battus ou encore les travaux de renforcement par Hydro-fraise plutôt que par battage de palplanches

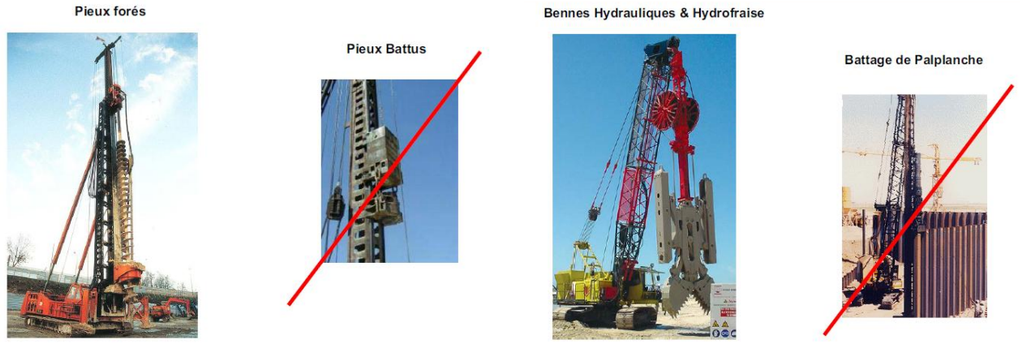


Figure 7.5-4 : exemple de choix de méthodes les moins bruyantes (source : Soletanche Bachy)

E03 : Mesures d'évitement au niveau de l'emprise du chantier

La proximité de voies d'eau sera systématiquement recherchée pour l'implantation des emprises de chantier, ceci afin d'assurer une évacuation des déblais par ce moyen de transport qui est le moins impactant d'un point de vue sonore. Les autres mesures à prendre au niveau de l'emprise du chantier pour éviter les nuisances sonores sont les suivantes :

- Prévoir une emprise la plus limitée possible pour tout chantier en surface
- Etudier l'emplacement des équipements et de la zone de déchargement /chargement des poids lourds de manière à ce qu'ils soient le plus à l'écart possible et à l'abri des riverains. La localisation des sources à un niveau inférieur du niveau du sol, en tranchée, permet par exemple de réduire la propagation du bruit (effet d'écran naturel contre le bruit)
- Utiliser autant que possible les zones de stockage, baraquements de chantier comme des obstacles entre les sources du chantier et les riverains pour stopper la propagation du bruit vers les riverains
- Définir un plan de circulation des poids lourds de manière à ce que ces derniers utilisent uniquement les voiries les moins sensibles comme les routes nationales ou les autoroutes plutôt que des voiries locales

E04 : Choix des engins et équipements les moins bruyants

Les incidences sonores des engins et équipements de chantier sont mieux traitées à la source (puissance sonore émise par l'engin lui-même) car celles-ci sont difficiles à maîtriser sur site.

Or selon les équipements ou engins de chantier, les niveaux sonores peuvent varier de plus de 15 dB(A). Il est donc primordial d'étudier attentivement les niveaux sonores des équipements qui seront choisis pour éviter dès ce stade les équipements et engins les plus bruyants. Pour cela, les mesures suivantes sont recommandées :

- Utiliser des machines et équipements les moins bruyants possibles et bien entretenus, portant le marquage CE attestant du respect de certains niveaux sonores maximaux admissibles ou plus silencieux. Sont particulièrement visés par les normes de bruit : le matériel et les engins de chantier, groupe électrogène, grue, marteau-piqueur, pelles hydrauliques, etc.
- L'utilisation, autant que possible, d'engins électriques, moins bruyants que les engins thermiques
- Remplacer les engins et le matériel pneumatiques par leurs équivalents électriques (marteau-piqueurs, compresseur à moteur thermique, source de bruit continu et important s'il n'est pas insonorisé…)
- Bien entretenir les outillages et équipements (affûtage des lames des scies et des outils servant à découper, équilibrage des machines tournantes, lubrification adéquate pour éviter les grincements dus aux frictions, entretien des dispositifs d'insonorisation placés sur les machines tels que les silencieux, les pots d'échappement et les capots insonorisant, etc. ..);
- Interdire l'utilisation des klaxons sur la zone ainsi que le stationnement prolongé (moteur en marche) des engins de chantier et des poids lourds.

E05 : Choix des transports fluvial ou ferroviaire pour l'évacuation des déblais et/ou l'approvisionnement en matières premières

L'étude relatif aux déblais a montré qu'il existe de nombreuses possibilités en termes d'évacuation/approvisionnement des matières par voie fluviale car de nombreux sites de traitement des déblais sont équipés d'un accès fluvial. En outre sur l'ensemble du projet, environ 66% des emprises de chantiers envisagées sont situées à moins de 6km d'un accès fluvial dont environ 27% à moins de 2km d'un accès fluvial.

L'évacuation/approvisionnement des matières par voie fluviale est donc fortement recommandée, en particulier **pour les puits d'attaque de tunnelier**, **les gares situées au bord de l'eau** comme la gare de Sevran-Livry par exemple et **les chantiers particulièrement sensibles** du fait d'axes routiers non adaptés pour y accéder comme :

- Le chantier du puits 71 rue Victor Hugo à Chelles
- Le chantier de la gare de Chelles boulevard Chilpéric
- …

Le transport par voie ferrée est plus difficile à mettre en place, d'une part en raison des coûts d'aménagements induits à proximité des chantiers mais aussi du faible nombre de site de traitement des déblais équipés d'un accès ferroviaire à proximité[33].

Néanmoins, force est de constater que pour certaines emprises situées à moins de 50m d'une voie ferrée et/ou d'une gare, assez éloignées d'un accès fluvial et présentant des voies routières mal adaptées pour l'accès au site, cette solution serait intéressante pour limiter l'impact sonore du chantier.
C'est pourquoi il est recommandé de ne pas négliger ce mode de transport, en particulier **pour les chantiers des gares réalisées aux emplacements de gares existantes** qui bénéficient déjà d'une infrastructure pour l'organisation du transport comme la Gare Le Bourget RER, la gare de Sevran-Beaudotte, la gare de Sevran-Livry ou encore la gare de Chelles.

Mesures de réduction

Pour minimiser les nuisances sonores et vibratoires du chantier, les recommandations suivantes sont également émises :

R01 : Mise en place de panneaux anti-bruits autour de la zone d'emprise du chantier

Ces derniers devront être dimensionnés en fonction de la localisation des sources et des riverains et ne devront pas être inférieurs à 2m. L'atténuation apportée par des panneaux anti-bruits peut aller de 5 à 20 dB(A) selon la configuration du site et le type de panneaux choisis. Pour optimiser l'efficacité des écrans anti-bruits, il est important que ceux-ci ne présentent aucune ouverture au niveau du sol.

A titre informatif, quelques exemples de murs anti-bruits sont donnés ci-après.


Ecran modulable type noistop


Bardage tôle de chantier standard

[33] *« Rapport d'étude des possibilités de traitement, mise en décharge et de valorisation des déblais générés par la réalisation du réseau de transport public du Grand Paris » source IDDEA SGP*


Ecran en bois


Mur anti-bruits en éléments béton préfabriqués

Figure 7.5-5 : exemple de panneaux anti-bruits envisageables autour des emprises chantier (source : internet)

Coûts à prévoir : En fonction du type de panneaux ou murs anti-bruits envisagés, les coûts peuvent varier de 200 à 400 euros le m2 (installation comprise).

R02 : Enfermer ou isoler les équipements fixes utilisés

Afin de limiter le plus possible le bruit des équipements fixes des chantiers (groupes électrogène, centrales ventilation, centrale à béton, pompes de relevage, centrale de traitement des eaux…, il est recommandé de les positionner autant que possible en sous-sol ou en bâtiments ou, en cas d'impossibilité de prévoir un capotage adapté à l'équipement considéré.



Figure 7.5-6 : exemple de capotage et silencieux envisageable à mettre en œuvre autour des équipements techniques fixes du chantier (source : http://www.paulstra-industry.com/index-fr.html)

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.
Coûts à prévoir : 200 à 300 euros le m2 (installation comprise).

R03 : Mesures de réduction relatives au charroi routier généré par le chantier et les livraisons/chargements de matériaux

- Mettre en place un logiciel de gestion des livraisons : les livreurs s'inscrivent aux horaires disponibles. Cela permet d'éviter que les livraisons se fassent en même temps, ce qui génère du bruit, de la pollution et des problèmes de circulation.
- Fixer un horaire de livraison fixe et impératif en période de semaine et la journée uniquement (l'horaire doit être compris entre 7h00 et 20h00) et en contrôler le respect.
- Aménager une zone de déchargement /chargement des poids lourds le plus à l'écart possible et à l'abri des riverains et si possible entourée de bâtiments et/ou d'écrans anti-bruits permet de limiter les bruits ponctuels impulsifs
- Aménager un plan de circulation des engins de manière à limiter la mise en route de la sirène de recul. Il est impossible de supprimer totalement les bruits de sirènes de recul pour des raisons évidentes de sécurité. Toutefois la mise en œuvre de plans de circulation optimisés peut permettre de réduire les marches arrière et donc le retentissement de ces sirènes
- Interdire le stationnement prolongé (moteur en marche) des engins de chantier et des poids lourds
- Vérifier le bon état général des camions de livraison des matériaux pour minimiser les nuisances
- Lors du chargement/déchargement des camions, limiter au maximum les bruits d'impacts de matériaux déplacés
- Interdire l'utilisation des klaxons sur la zone
- Respect strict des limitations de vitesses
- Interdire le stationnement sauvage en dehors de la zone de livraisons.

R04 : Bruit auprès des travailleurs

- Informer le personnel travaillant sur le chantier de la nécessité de réduire le bruit ainsi que des dangers liés aux niveaux de bruit excessifs
- Assurer la protection des travailleurs contre les risques découlant ou pouvant découler d'une exposition au bruit pendant le travail. L'exposition quotidienne personnelle du travailleur doit être inférieure à 85 dB(A). Si cela n'est pas le cas, des mesures de protection spécifiques doivent être prises, variant selon que le niveau sonore dépasse ou non 90 dB(A)
- Imposer de manière générale le port de protection auditive (de préférence casque antibruit) pour les travailleurs lors de l'utilisation de machines bruyantes et/ou de travaux bruyants (exemple : utilisation marteau-piqueur…)
- Limiter la durée d'exposition au bruit journalière des travailleurs.

Effets résiduels

Les chantiers génèrent de par leur nature des bruits variables, avec des pics d'activité. Il subsistera donc probablement quelques effets résiduels ponctuels malgré les mesures prises en amont pour limiter les nuisances sonores.

Néanmoins comme les chantier doivent respecter les valeurs limites d'émergence en vigueur sur l'ensemble des périodes réglementaires, soit 5dB(A) en période de jour (7-22h) et 3 dB(A) en période de nuit, les effets résiduels moyens sur l'ensemble des périodes resteront donc limités aux impacts réglementaires applicables.

Mesures de compensation aux effets résiduels

Du fait que les chantiers sont soumis à une réglementation stricte qui les oblige à limiter leurs nuisances sonores sous peine d'amendes, il n'est pas jugé nécessaire de prévoir des mesures de compensation spécifiques pour le bruit des chantiers à ce stade du projet.

En revanche, il sera nécessaire de prévoir de compenser les nuisances induites au niveau des zones de calmes impactées en recréant dans leur totalité les espaces verts endommagés ou détruits, voire en développant de nouvelles zones de calme. Comme il s'agit de mesures à prendre en phase d'exploitation, elles sont reprises dans le chapitre 7.5.3.2.

Mesures de suivi dans le temps

S01 : Mettre en place un plan de communication

La mise en place d'un système de communication efficace pour informer les riverains, commerçants, usagers de la voirie et des transports publics sur la nature, l'utilité, la durée des travaux ainsi que les moyens mis en œuvre permet de réduire les nuisances sonores du chantier.

En effet, si ces derniers sont régulièrement informés du déroulement et de l'avancement des travaux, des perturbations possibles et des mesures mises en place, ils peuvent prévoir les nuisances et adapter leur comportement en conséquence.

La communication peut se faire à l'aide de plusieurs supports comme :

- Panneaux d'affichages
- La présence d'agents " de proximité " ou d'un monsieur " bruit " permettant d'obtenir des informations sur le chantier et qui se chargerait d'informer les riverains lors de travaux particulièrement bruyants
- La mise en place d'un numéro de téléphone public
- L'organisation de réunions de riverains
- L'organisation de visites du chantier avec les riverains et autres acteurs du quartier
- Les lettres d'information
- Les sites internet…

S02 : Monitoring acoustique de certaines phases du chantier

Des mesures initiales au droit du voisinage le plus proche de chaque chantier doivent être réalisées et ce, pour la période la plus contraignante à considérer. A noter que ces mesures pourront être également utilisées pour définir les niveaux de bruit particuliers à respecter en phase d'exploitation pour les installations techniques.

En cas de doutes concernant certaines phases d'un chantier ou pour un meilleur contrôle des nuisances sonores, un monitoring pendant le chantier est souhaitable. Il permet de détecter si des dépassements des niveaux admissibles sont possibles et de prévenir d'éventuels litiges.

S03 : Sensibiliser les travailleurs aux nuisances sonores que le chantier génère

L'information des travailleurs sur site permettra de leur faire prendre conscience de la présence des riverains alentours et de l'importance de réduire leur impact sonore. Les éventuels conflits pouvant être résolus sur site autrement que par des coups de klaxons ou des éclats de voix.

S04 : Mettre en place une méthodologie pour une démarche environnementale au quotidien d'un chantier à faibles nuisances

Cette méthodologie pourrait comprendre entres autres une analyse des sensibilités, un plan de réduction des nuisances, un plan des installations de chantier, un plan de gestion des déchets, un plan de communication, un livret d'accueil…

7.5.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation

7.5.3.1 Impacts

Directs

Sauf si la couverture n'est que partielle, le métro couvert ou souterrain ne sera pas perceptible dans l'environnement. Il ne faut néanmoins pas oublier le bruit solidien potentiellement induit par les vibrations du métro mais qui est réduit à partir du moment où les vibrations sont bien traitées et/ou que les sections de métro souterrain sont situés à 20 mètres ou plus des habitations (voir chapitre « Vibrations »).

Du fait de son tracé en souterrain, les impacts sonores directs en phase d'exploitation du projet sur le fuseau des tronçons étudiés vont donc se limiter aux bruits générés par :

- les puits de ventilation
- les équipements nécessaires au bon fonctionnement des gares

La carte suivante montre plus en détails l'ensemble des sources sonores directement liées au projet de métro. Les impacts sonores directs du projet sont ensuite détaillés par type de source.

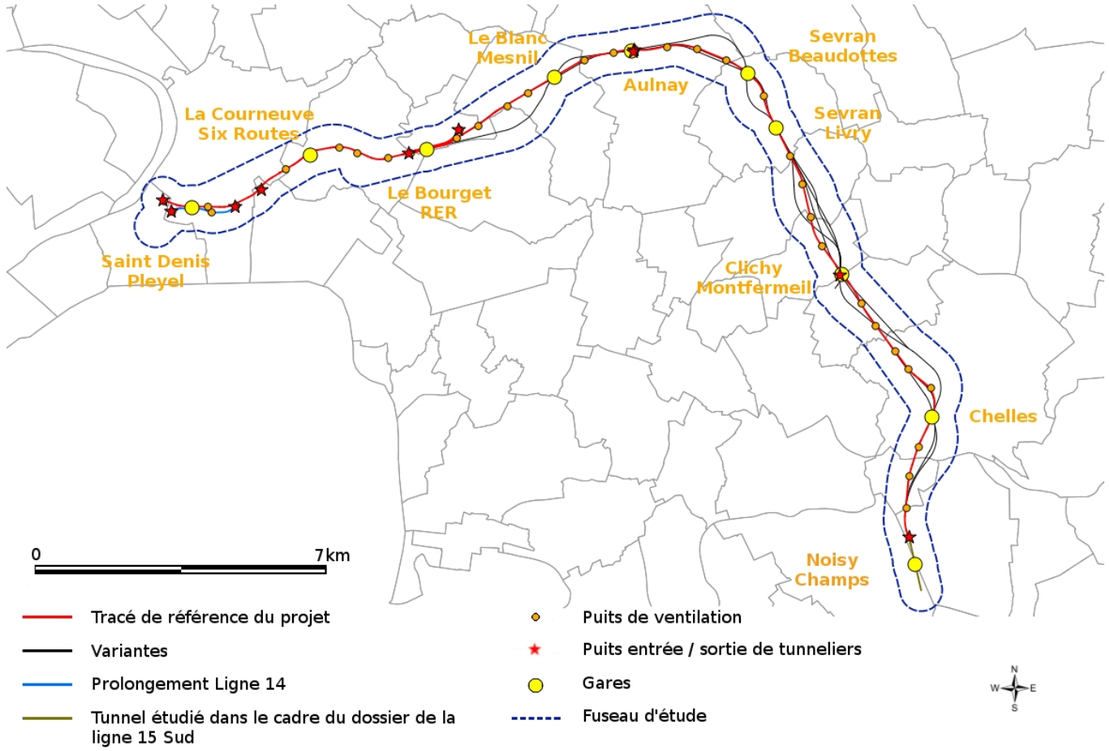


Figure 7.5-7 : Localisation des gares, ouvrages annexes et accès tunnelier du projet – (lignes Saint Denis Pleyel--Noisy Champs et Mairie de Saint-Ouen—Saint-Denis Pleyel)

Le projet présente une longueur d'environ 28 km, 9 gares et 35 ouvrages annexes.

Impacts sonores des puits de ventilation

Les ouvrages de ventilation peuvent induire une gêne sonore avec des grilles de ventilation tous les 800 mètres au moins conformément à l'arrêté du 22 novembre 2005 relatif à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes.

En général, ces puits assurent à la fois les fonctions de ventilation, d'accès des secours et d'exhaure.

A titre indicatif, ci-après sont présentés des schémas-type de puits de ventilation qui seront utilisés dans le cadre du projet.

En fonction du foncier disponible et des contraintes techniques en surface, les puits seront de type :

- Puits circulaire ou elliptique à l'aplomb du tunnel ;
- Puits avec rameau d'interconnexion avec le tunnel ;

Le choix du puits rectangulaire ou circulaire avec un rameau est lié à la géométrie du tracé et au foncier disponible. C'est le cas où le puits ne peut pas géométriquement être placé sur le tracé et où le tunnelier ne traverse pas le puits.

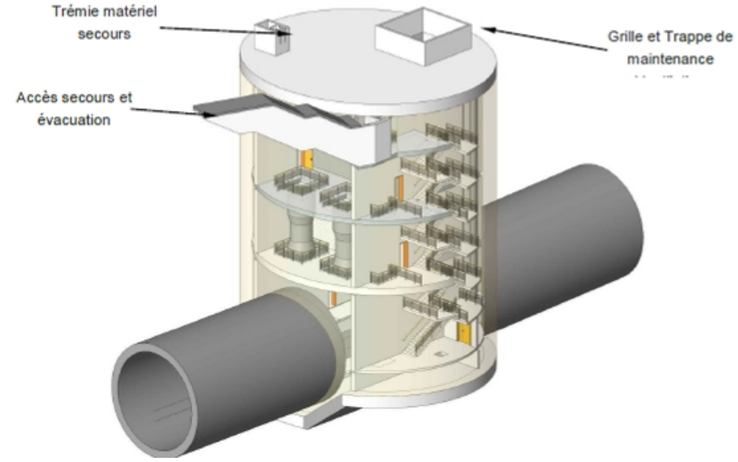


Figure 7.5-8 : Puits « type circulaire/elliptique » (Source : Etudes préliminaires)

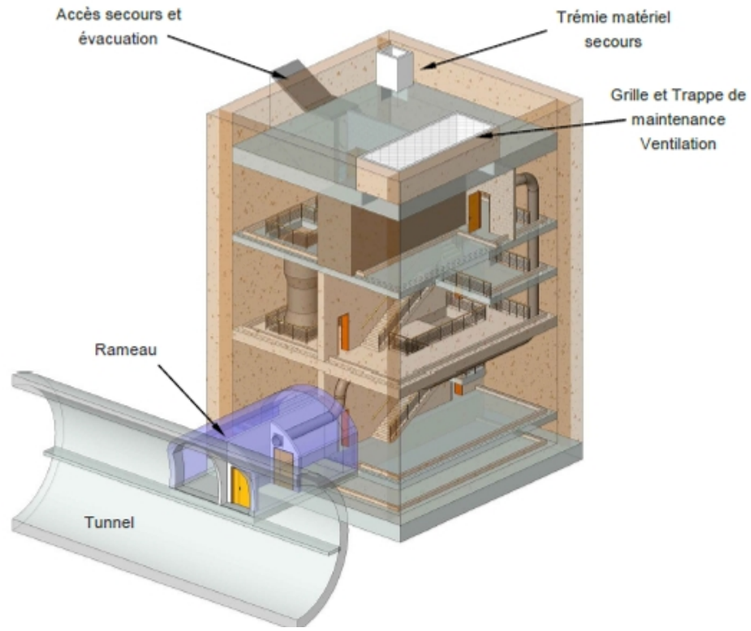


Figure 7.5-9 : Puits « type rectangulaire » avec un rameau (Source : Etudes préliminaires)

On observe que la surface dédiée à la ventilation est très importante. Le dimensionnement des différentes sections des puits s'établit ainsi :

Tableau 7.5-9 : Dimensionnement des différentes sections d'un puits de ventilation (source Etudes préliminaires)

	Vitesse maximale du courant d'air	Section d'air
Gaine de transit entre le tunnel et l'usine de ventilation	20 m/s (gaine maçonnée) 15 m/s (gaine métallique)	13 m² 18 m²
Plenum avec silencieux (passage d'air libre 50%)	12 m/s	43 m²
Cheminée de rejet Grille de rejet au sol	7-8 m/s 5 m/s	35 m² 52 m²

Les grilles de ventilation des puits sont donc susceptibles d'avoir une surface jusqu'à 52m2. En raison des contraintes de tracé, la plupart de ces puits a une profondeur supérieure à 30 m. Compte tenu de la puissance nécessaire pour extraire l'air à cette profondeur à des débits de ce type de grandeur, des ventilateurs axiaux des ventilateurs capables d'assurer un débit de l'ordre de 260m^3/s, soit 936 000 m^3/h sont nécessaires pour la bonne la ventilation des tunnels

Ce type d'équipements génère des niveaux de puissance Lw estimés supérieurs à 105 dB(A), avec une forte composante en basses et moyennes fréquences.

Rappel des valeurs clés de la réglementation

Les puits de ventilation sont soumis à la réglementation française en matière de bruit des installations classées (arrêté du 23 janvier 1997) et aux bruits de voisinage (décret du 31 décembre 2006), soit les principales valeurs suivantes à retenir :

- Un niveau sonore limite à ne pas dépasser en limite de propriété, quelle que soit l'affectation des zones alentours. Ce niveau de bruit est de 70 dB(A) en période de jour et de 60 dB(A) la nuit.
- Une émergence limite réglementaire au droit des zones à émergence réglementée[34], de 6 dB(A) de jour (7-22h) et 4 dB(A) la nuit (22h-7h) et les dimanches, qui dépend directement des niveaux de bruits ambiants mesurés avant l'installation et peut être réduite de 1 dB(A) si l'environnement sonore existant est déjà soumis à un bruit ambiant supérieur à 45 dB(A).
- Une émergence limite réglementaire à 2m des habitations de 5 dB(A) le jour (7-22h) et 3 dB(A) la nuit (22-7h)

En cas de proximité avec des zones habitées, c'est la notion d'émergence limite réglementaire qui prime (bruits de voisinage), ce qui signifie que les niveaux sonores limites dépendent directement des niveaux de bruits de fond préexistants et qu'ils sont en général plus contraignants que la valeur applicable en limite de propriété.

Méthodologie

A ce stade, l'étude des puits de ventilation est réalisée sur base d'une modélisation simplifiée réalisée à l'aide du logiciel CadnaA selon la norme ISO9613 recommandée par la directive 2002/49/CE. En l'absence de données plus complètes sur les niveaux de bruits des ventilateurs, l'étude se base sur l'objectif minimal à atteindre, soit un niveau de bruit particulier de maximum 60 dB(A) à 1m de la grille située en surface. Le spectre utilisé dans les calculs est un spectre-type de ventilateur axial.

Cette modélisation permet de visualiser la propagation du bruit des puits de ventilation dans l'environnement en champ libre et schématise la distance des isophones 40, 45, 50, 55 et 60 dB(A), ceci afin d'évaluer la sensibilité de chaque puits en fonction de sa distance aux premiers riverains et/ou zones à émergences réglementées. Les impacts résultants et risques de nuisances sonores sont ensuite estimés par ouvrage en comparant les niveaux sonores existants obtenus grâce aux cartographies sonores récoltées en phase 1 avec les isophones calculés à ce stade de l'étude. Ceux-ci sont présentés en détail au point 7.5.5.1. « Synthèse des impacts sonores par type d'ouvrage ».

Dans les zones à risque qui sont ainsi identifiées à l'échelle des tronçons « Saint-Denis-Pleyel -- Noisy-Champs » et « Mairie de Saint-Ouen—Saint-Denis Pleyel », les niveaux sonores limites admissibles seront probablement plus faibles que 60 dB(A) à 1m. c'est pourquoi il est impératif de prévoir lors de l'étude d'incidence propre à chaque ouvrage des mesures acoustiques initiales au droit des riverains les plus proches pour déterminer de manière précise les niveaux sonores maximum à atteindre pour chaque puits de ventilation.

Les hypothèses de calculs 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 bitumé)
- Maillage 2 x 2m, soit un point de calcul tous les 2m,
- Aucun effet météorologique

Résultats du modèle

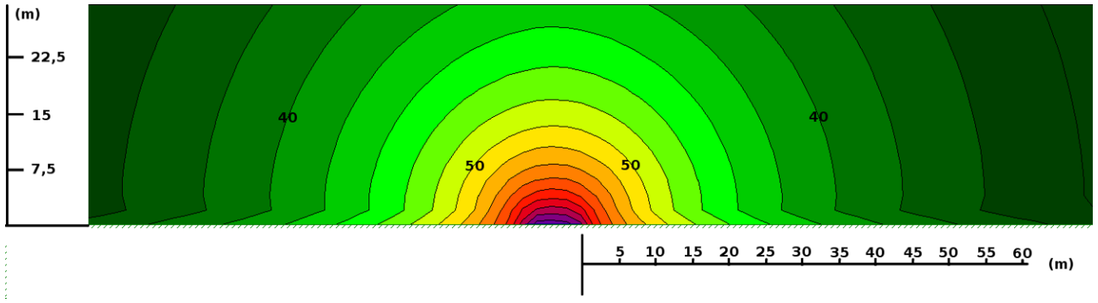


Figure 7.5-10 : Profil de propagation de bruit d'un puits de ventilation générant un niveau sonore de 60 dB(A) à 1m – sol réverbérant (source : ASM)

Tableau 7.5-10 : 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 2m au-dessus du sol (source : ASM Acoustics)

	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

Il faut prévoir une distance de l'ordre de 35m pour réduire les niveaux de bruits particuliers des puits à moins de 40 dB(A). Compte tenu de l'urbanisation des zones et la présence de sources multiples, on peut raisonnablement supposer que la grande majorité des zones étudiées seront soumises à un niveau de bruit ambiant supérieur à ce niveau.

[34] *zones extérieures habitées, occupées ou constructibles la plus proche*

Localisation et Sensibilité des puits de ventilation

Le nombre de puits de ventilation / accès pompier sont au nombre de 35 répartis sur l'ensemble du projet mais 11 variantes de localisation ont été étudiées, soit au total 46 localisations à étudier.

Les puits de ventilation sont localisés sur la Figure 7.5-7 : Localisation des gares, ouvrages annexes et accès tunnelier .

La synthèse des impacts par ouvrage du chapitre 7.5.5.1 prennent en compte la distance des grilles de ventilation des puits par rapport aux habitations et/ou zones sensibles pour évaluer la sensibilité des puits en matière de bruit, sur la base d'un niveau maximal de 60 dB(A) à 1m des grilles de ventilation du métro et des cartes de bruit stratégiques fournies par Bruitparif.

Impacts sonores des équipements techniques des gares

Les équipements techniques des gares sont susceptibles d'avoir le même impact que les puits de ventilation en phase d'exploitation. Ils sont cependant plus faciles à traiter et le traitement peut être apporté après installation, ce qui n'est pas le cas des puits de ventilation pour lesquels la solution doit être immédiatement intégrée au projet.

La méthode utilisée pour la sensibilité des gares en phase exploitation est la même que les puits de ventilation. La synthèse des impacts par gares du chapitre 7.5.5.1 prend en compte la distance entre la gare étudiée et les riverains, sur base d'un niveau maximal de 60 dB(A) à 1m des équipements techniques et des cartes de bruit stratégiques fournies par Bruitparif.

Indirects

Un des objectifs du projet du métro automatique du Grand Paris est de réduire le trafic routier, ce qui aurait comme effet de réduire le niveau sonore généré par le trafic routier.

Le modèle utilisé à l'échelle globale pour l'estimation de l'impact sur les déplacements routiers est un modèle stratégique à l'échelle de la région qui modélise que les axes principaux pour lesquels des données sont disponibles.

Et effectivement l'étude de mobilité montre une diminution globale sur l'île de France de 800 000véhicules.km entre la situation de référence 2030 sans projet et la situation avec projet.

Néanmoins les impacts sur les voiries locales à l'échelle du quartier ne sont pas quantifiés. Or du point de vue du bruit, c'est précisément là que l'effet sera le plus important puisque les variations de flux peuvent y être très importantes relativement au flux présents. En effet, sur une autoroute, une diminution de plusieurs centaines de véhicules/heure n'aura pas d'impact significatif sur le bruit perçu alors que sur une voirie de quartier, une diminution de quelques dizaines de véhicules/heure peut engendrer une réduction importante du bruit.

C'est pourquoi les impacts du bruit routier sont aussi étudiés ci-après de manière qualitative à l'échelle du quartier des gares.

Impact du projet sur le report modal et le bruit généré par le trafic routier à l'échelle du tronçon

L'impact du projet sur le bruit routier a donc été étudié à l'échelle globale du projet de métro Grand Paris, sur base des formules de calcul simplifiées de prévision du bruit routier 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) [35],.

Les indices retenus sont les LA_{eq} jour (6h-22h) et LA_{eq} nuit (22h-6h) qui sont plus facilement comparables avec la réglementation française en termes de bruit des transports.

A l'échelle globale, la comparaison de la situation de référence sans projet et la situation avec projet a montré un impact global négligeable du projet sur le bruit routier, que ce soit :

- au niveau des classements sonores des voies[36] ,
- au niveau de la variation de niveaux sonores par kilomètre de voirie,
- Ou encore au niveau de la variation de la population exposée au bruit routier.

C'est pourquoi les impacts ne sont pas détaillés dans la suite de l'étude, néanmoins les spécificités du tronçon « Saint-Denis Pleyel – Noisy-champs » sont rappelées ci-après pour information.

Classement sonore des voiries

L'arrêté du *30 mai 1996* définit les catégories des infrastructures de transport terrestre sur base de leur niveau sonore de référence LA_{eq} (6h-22h) et LA_{eq} (22h-6h) calculé à 2m des bâtiments pour une rue en U ou à une distance de 10m par rapport à l'infrastructure pour les tissus ouverts avec prise en compte de la réverbération des bâtiments afin d'être équivalent à un niveau sonore en façade.

Tableau 7.5-11: Classement des infrastructures de transport terrestre (Source : arrêté du 30 mai 1996)

Niveau sonore de référence LA_{eq} (6-22h) en dB(A)	Niveau sonore de référence LA_{eq} (22-6h) en dB(A)	Catégorie de l'infrastructure	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
L > 81	L > 76	1	d = 300m
76 < L ≤ 81	71 < L ≤ 76	2	d = 250m
70 < L ≤ 76	65 < L ≤ 71	3	d = 100m
65 < L ≤ 70	60 < L ≤ 65	4	d = 30m
60 < L ≤ 65	55 < L ≤ 60	5	d = 10m

L'évolution de la classification des voies effectuée à l'échelle globale montre que sur le fuseau des tronçons « Saint-Denis-Pleyel-Noisy-Champs » et « Mairie de Saint-Ouen-Saint-Denis Pleyel », très peu de variations sont observées au niveau de l'ensemble du réseau routier considéré (moins de 0,5%).

Une augmentation de l'ordre de 8% du nombre de km en catégorie 4 au détriment des catégories 2,3 et 5 est à prévoir. Dans les deux premiers cas il s'agit d'une amélioration puisque les routes en

[35] Selon la norme NF S31-132[35], qui classe les méthodes par degré de pertinence et de précision, la méthodologie utilisée est de classe 1a ou 1b[35]. 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

[36] Classement sonore des infrastructures routières tel que défini par le décret du 09/01/1995

catégorie 4 sont moins impactantes que les routes en catégories 2 ou 3, dans le dernier cas il s'agit d'une détérioration. C'est pourquoi au global les variations induites sont minimes (moins de 0,5%).

Evolution du niveau sonore en bordure de voirie

De jour les cartes de variation de niveaux de bruit routier effectuées à l'échelle globale ont montré que l'impact du projet sur les grands axes est négligeable en période de jour avec, pour le réseau routier associé au fuseau du présent projet une variation nulle ou négative (réduction du bruit routier) constatée pour plus de 96% du kilométrage total référencé.

Pour la période de nuit la variation est nulle ou négative (réduction du bruit routier) pour plus de 73 % du kilométrage total mais des augmentations comprises entre 0 et 1 dB sont observées pour environ 22% des axes routiers considérés et entre 1 et 2 dB pour environ 3% du réseau routier.

D'autre part, quelle que soit la période et l'hypothèse considérée, moins de 1% du réseau routier référencé pourrait subir des variations supérieures à + 2 dB(A).

Compte tenu qu'une différence de niveau sonore inférieure à 1 dB(A) est inaudible pour l'oreille humaine, cela signifie que le projet n'aura pas d'impact significatif sur le bruit pour la quasi-totalité du réseau routier du projet quelle que soit la période considérée. Cela même si on observe que le projet pourrait avoir un impact légèrement plus important sur le bruit routier en période de nuit.

Ces résultats sont cohérents avec les principes de base de l'acoustique car comme précisé plus haut, il faut une variation de plus 30% du trafic pour faire varier les niveaux sonores de 1 dB(A), ce qui n'est pas, sauf exceptions, de l'ordre des variations de trafic prévues sur les grands axes routiers.

Exposition de la population au bruit routier (Laeq 6h-22h)

Le calcul de la population exposée a été réalisé en croisant les données de densité de population fournies pour chaque commune traversée par le tracé à l'échelle globale et les surfaces calculées par « tranches de niveaux sonores de 5 dB(A)» définies par les courbes isophones calculées pour la période de jour (6-22h), en situation avec et sans projet (Source : réseau routier DREIF 2035, demande de 2035.

La méthode utilisée montre qu'en période de jour plus de la moitié de la population (≈ 57%) est exposée à des niveaux LAeq (6-22h) compris entre 60 et 70dB(A). 18 à 19% de la population communes du fuseau du projet serait exposée à des niveaux de bruits supérieurs à 70dB(A) et de l'ordre de 24% à des niveaux de bruit inférieurs à 60 dB(A) en période de jour.

Proportionnellement par rapport à l'exposition évaluée à l'échelle globale, on observe donc une plus grande disparité des expositions avec seulement 57% de personnes exposées à des niveaux sonores moyens compris entre 60 et 70 dB(A) contre près de 64 % à l'échelle globale.

Cela s'explique par des densités de population variables autour du tracé du projet et la présence de voies routières importantes uniquement localisées au nord et au sud du tracé, zones les plus densément peuplées.

Toutefois, ces chiffres sont à prendre avec précaution car la méthode de calcul utilisée surestime l'exposition au bruit des personnes en 2035 car ne tient pas compte des obstacles existants entre les axes routiers et les habitations, ne permet pas de différencier une façade calme d'une façade bruyante et considère une réverbération supplémentaire de 3dB(A) en façade qui n'est pas toujours prise en compte dans les cartographies sonores usuelles.

En revanche, la variation de population exposée est plus juste car il s'agit d'une estimation faite par différence. Cette variation étant très faible (≤0,25%), l'impact du projet sur le bruit routier à l'échelle du projet comme à l'échelle globale pour les grands axes routiers sera quasi-nul.

Lors des études d'incidences réalisées pour les gares, une étude spécifique du bruit devra être réalisée à l'échelle locale de la gare avec prise en compte de la topographie et du bâti dans la propagation du son pour étudier l'impact du projet sur le bruit routier à l'échelle du quartier.

Conclusion

Le projet de métro automatique n'aura pas d'impact significatif sur le bruit des grands axes routiers car les variations induites par le projet ne sont en général pas suffisamment importantes pour faire varier les niveaux sonores générés par le trafic routier de manière significative.

Impact du projet sur le report modal et le bruit généré par le trafic routier à l'échelle du quartier

Le modèle d'analyse des nuisances sonores à l'échelle du tronçon ne permet pas de bien montrer les effets de l'implantation des gares sur l'évolution de la circulation locale et ses conséquences en termes d'émissions sonores. Pourtant, la gare agit comme un pôle attracteur aussi bien des transports publics de rabattement (taxis, bus) que des transports privés (voiture particulière, deux-roues). D'autre part, les nouvelles activités susceptibles de s'installer à côté de ce pôle de transport pourront, elles aussi, générer un trafic sur les voiries locales plus important. C'est pourquoi l'accès aux gares ainsi que le développement des zones à leur proximité peut induire un impact sonore significatif sur les voiries de quartier. Ces impacts seront plutôt négatifs pour les voies existantes qui permettront l'accès aux gares, aux commerces et aux parkings de stationnement, en particulier aux heures de pointes.

Ce phénomène sera renforcé si :

- la gare est éloignée des habitations et des transports en commun ;
- la gare accueille aussi une gare de bus ;
- aucun aménagement n'est fait sur les voies existantes pour supporter le flux et/ou améliorer les conditions de circulation (changement de revêtement, limitation vitesse…).

Si des voies nouvelles sont aménagées pour faciliter l'accès aux gares et désengorger des voies existantes, alors l'impact au niveau du quartier pourra être localement positif pour les rues les plus chargées actuellement. Cela demande toutefois une réflexion profonde dans l'aménagement et la localisation des nouvelles voiries car ces dernières seront également sources supplémentaires de bruit pour les riverains.

Pour avoir un impact positif lors de la réalisation d'une nouvelle voirie, il faudra donc reporter intelligemment le trafic (et donc le bruit) sur les axes les moins sensibles et éviter une urbanisation désorganisée qui aurait l'effet inverse escompté. Des plans de circulation bien pensés ainsi qu'une bonne organisation de l'espace urbain permettront aussi de " contrer " efficacement l'afflux supplémentaire de véhicules à prévoir auprès des gares et réduiront l'impact sonore local lié au projet.

Il faut aussi rappeler que chaque implantation de gare aura ses propres problématiques qui varieront selon :

- ses objectifs de développement prioritaires (urbanisation, développement pôles de compétence, desserte des aéroports et/ou de lieux spécifiques…)
- son environnement (milieu urbain plus ou moins dense, gare combinée avec gare ou infrastructure de transport existante, espaces verts…)

Des études acoustiques complémentaires seront nécessaires pour chaque projet d'implantation de gare afin de prendre en compte ces différents paramètres et quantifier précisément l'impact sonore

lié à l'accessibilité des gares et l'augmentation de trafic induit par les projets de développement qui y sont associés.

En attendant, une étude de la localisation et de la sensibilité aux gares a été effectuée pour chaque gare et est présentée au chapitre 7.5.5.1 « synthèse des impacts sonores par type d'ouvrage ».

Les cartes présentées dans ce chapitre reprennent l'emplacement de chaque gare du projet en indiquant les voiries bruyantes en situation existante. Celles-ci, de par leur trafic déjà important seront les moins sensibles à une augmentation de trafic. Une étude des parkings disponibles à proximité ainsi que des réseaux de transports communs disponible permet de compléter l'analyse du risque d'impact du projet sur le bruit routier à l'échelle locale.

Autres impacts indirects du projet lié à l'implantation des gares

Les impacts indirects listés ci-dessous sont fonction des projets d'urbanisation / de revalorisation urbaine prévus autour des gares, sachant que plus le projet de réaménagement sera conséquent (transformation significative du quartier), avec implantations de logements et commerces, plus les impacts sonores pourront être significatifs.

Afflux supplémentaires de piétons

La fréquentation des gares et établissements connexes va induire une augmentation significative de la circulation piétonne et donc potentiellement des nuisances sonores supplémentaires (bruits de voisinage).

Développement de commerces

Le développement potentiel de commerces aux alentours des gares peut potentiellement induire l'apparition des sources sonores suivantes :

- Equipements techniques
- Afflux de piéton, terrasses extérieurs d'établissement HoReCa
- Augmentation de trafic routier
- Livraisons de poids lourds
- Augmentation bruits de voisinage

Densification de la population

La densification ou le développement des quartiers résidentiels autour des gares va également induire des effets potentiellement néfastes pour l'environnement sonore tels que :

- augmentation du trafic routier (donc augmentation potentielle du bruit) ;
- augmentation des bruits de voisinages.

Conclusion

A ce stade de l'étude les impacts indirects les plus importants sont observés à l'échelle locale avec un report de trafic routier proportionnellement plus conséquent qu'à l'échelle globale des tronçons « Saint Denis Pleyel-Noisy-Champs » et « Mairie de Saint-Ouen-Saint-Denis Pleyel » où l'impact sur le bruit routier est quasi-nul.

L'implantation des gares va être 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 vont induire. 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

impact de la phase exploitation sur les zones de calme

Comme précisé dans les impacts en phases chantier, il est considéré que les zones actuellement calmes existantes en région Ile-de-France doivent être conservées. En effet, ces zones constituent un véritable enjeu de santé publique et de préservation de la nature.

De manière générale, en période exploitation, les zones calmes où le métro est en souterrain seront peu impactées sauf localement à proximité des puits de ventilation et des gares.

Les impacts les plus importants auront lieu pendant la phase chantier avec souvent une destruction partielle ou totale de la zone de calme concernée. En phase exploitation, il s'agira plutôt de recréer ces zones de calmes et éventuellement les développer (voir « mesures de compensation »).

Pour rappel, les zones concernées sont les suivantes (voir aussi chapitre 7.5.2.2 « impacts du chantier » et le chapitre 7.5.5.1 « synthèse des impacts sonores par type d'ouvrage »). :

- Le Parc jean Duclos au Blanc-Mesnil qui accueillera la gare en sous-terrain, d'où une destruction partielle de la zone calme
- Le parc de la Butte Verte et le bois de la Grange à Noisy-Champs qui accueillera la grande gare de correspondance de Noisy-Champs en souterrain d'où une destruction partielle de la zone calme
- La zone naturelle de Montguichet à Montfermeil et Chelles qui accueillera 1 puits, d'où une destruction partielle de la zone calme
- Le parc Roger Badier et le Parc des Sœurs à Sevran, situés à moins de 100m de la gare de Sevran-Livry mais qui a priori sont des parcs assez impactés par le bruit du RER
- Le parc de la ferme Montceleux à Sevran, situé à environ 170m de la gare de Sevran-Beaudottes
- La forêt régionale de Bondy située à environ 150m de la gare de Clichy-Montfermeil (site Natura 2000)
- Le parc Jean-Valjean / l'Arboretum à Montfermeil
- Le parc du Fort de Chelles
- Le Parc Robert Ballanger à Aulnay-sous-Bois situé à 350m de la gare d'Aulnay
- Dans une moindre mesure car déjà bien impactés par le bruit du RER B, les sites Natura 2000 du parc forestier national de Sevran et du Bois de la Tussion situés à environ 500m de la gare de Sevran-Livry
- …

Cumulés

Les impacts sonores cumulés potentiels seront essentiellement concentrés aux intersections / gare de correspondance entre les différents réseaux de transports ou bien liés à l'apparition d'une nouvelle source sonore en surface qui pourrait s'ajouter aux impacts directs du projet Grand Paris Express. Mais le cumul des impacts restera faible au niveau du bruit compte tenu des exigences réglementaires à respecter et du fait que les connections entre les différents mode 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 du projet Grand Paris Express lorsque celles-ci ont une correspondance avec une gare d'un autre projet de transport (TGV, RER, Transilien, Métro, TCSP, Tram…) ou avec un réseau de transport existant dont la capacité de fréquentation va augmenter 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
- 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 commune ou voisine, surtout en cas de projet de parking de dissuasion.

7.5.3.2 Mesures d'accompagnement

Mesures d'évitement

Compte tenu que le métro est en souterrain, les mesures de réductions pour le métro vont principalement consister à éviter la génération de vibrations de manière à diminuer les bruits solidiens. Ces mesures globales ne sont pas exhaustives et sont rappelées ci-après à titre indicatif car concernent plus le chapitre vibrations qui précise plus en détail les mesures spécifiques à prendre sur le matériel roulant et l'infrastructure pour le projet.

E06 : Actions sur le matériel roulant

- Choisir les équipements du métro et des infrastructures les moins générateurs de bruits et de vibrations

E07 : Actions sur les infrastructures ferroviaires

- Systèmes anti-vibratiles type dalle flottante, patins
- Mise en place d'absorbeurs de vibrations sous les rails.
- Faire une bonne maintenance des rails et du matériel roulant
- Réduire au maximum le nombre d'aiguillage
- Prévoir des joints de rail soudés et non collés (…)

E08 : Optimisation au niveau du choix des équipements

- Choix des équipements les moins bruyants
- Mettre en place un système de minuterie automatisée de manière à pouvoir stopper les équipements lorsqu'on en a pas l'utilité.
- Limitation des niveaux sonores à 1m des grilles de ventilation de 60 dB(A) ET respect de la réglementation Française en matière de bruit au droit du voisinage le plus proche (voir mesure suivante)
- Localisation des équipements au plus loin des riverains ou d'une zone de parc, avec si possible des obstacles type bâtiment ou mur anti-bruit entre les équipements et les riverains

E09 : Définir une distance minimum entre zone d'habitations et ouvrages annexes

Afin de réduire l'impact sonore des gares et ouvrages annexes, une mesure simple consiste à prévoir les ouvrages à une distance minimum des riverains. A ce stade de l'étude, pour réduire le risque de gêne sonore, une distance de 35m minimum entre les ouvrages annexes et les riverains est recommandée.

Mesures de réduction

R05 : Mise en place de solutions anti-bruit type silencieux, grilles acoustiques, murs anti-bruit, capotages…pour les puits de ventilations et les équipements techniques

Les puits de ventilation seront tous équipés de silencieux à baffles parallèles directement intégrés dans les rameaux ou trémies de ventilation.



Figure 7.5-11 : Exemple de silencieux intégré dans un rameau de ventilation (source : puits de ventilation ligne métro 4 - http://www.rendezvousavecla4.fr)

Les équipements techniques prévus dans les gares ne sont pas encore définis mais le bruit qu'ils génèrent sera réduit par des silencieux à baffles parallèles ou circulaire, par des écrans anti-bruits ou capotages selon le type d'équipement considérés et les objectifs à atteindre.





Figure 7.5-12 : Exemple de silencieux pour gaines de ventilation





Figure 7.5-13 : Exemples d'écran acoustiques et de capotage ventilé (source : ASM Acoustics)

Les solutions anti-bruits mises en œuvre devront être dimensionnées de manière à respecter le Décret 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage. La définition précise des exigences réglementaires ne peuvent être fixées à ce jour car nécessitent 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, devra être réalisée pour chaque ouvrage accueillant un équipement ou une activité susceptible de générer du bruit.

Coûts à prévoir : Pour les panneaux ou capotages anti-bruits envisagés, les coûts peuvent varier de 200 à 400 euros le m^2 (installation comprise).

En ce qui concerne les silencieux , les coûts sont très différents selon leur taille et leur type. Pour information, il faut compter (installation comprise) :

- De 800 à 1200 euros pour un silencieux circulaire de longueur 1000mm ou un silencieux à baffles parrallèles de longueur 900mm (section 0,24m^2)
- De l'ordre de 4000 euros pour un silencieux à baffles parrallèles de longueur 2500mm (section ≈1,2m2)
- Plusieurs dizaines de milliers d'euros pour un silencieux de puits de ventilation. Le coût est alors très variable selon la taille de la section et la longueur des baffles.

R06 : Utiliser des écrans végétalisés pour cacher les sources sonores

Les écrans végétalisés ne sont vraiment efficaces que s'ils sont également constitué de matières dense, comme les murs en galbions par exemple.

Néanmoins une couverture végétale permet de cacher les sources de bruit et de ce fait ont un impact psychologique important pour les riverains.

Coûts à prévoir : 200 à 300euros le m^2 (installation comprise).

Effets résiduels

Comme les équipements techniques et puits de ventilation doivent respecter les valeurs limites d'émergence en vigueur sur l'ensemble des périodes réglementaires, soit 5dB(A) en période de jour (7-22h) et 3 dB(A) en période de nuit, il n'y aura pas effets résiduels résultants.

Mesures de compensation aux effets résiduels

Comme il n'y a pas d'effets résiduels liés à la phase d'exploitation, il n'y a pas lieu de prévoir des mesures de compensations pour les puits de ventilation et/ ou des équipements techniques.

Néanmoins il sera nécessaire de prévoir de compenser les nuisances induites au niveau des zones de calmes impactées en recréant dans leur totalité les espaces verts endommagés ou détruits, voire en développant de nouvelles zones de calme.

Mesures spécifiques : Création, Maintien et/ou développement des zones calmes

MC01 : Réaménager dans leur totalité les espaces verts endommagés ou détruits pendant la phase chantier

MC02 : Fixer des objectifs plus contraignants pour les puits de ventilation et équipements situés à proximité de zones calmes et/ou espaces verts

- Aller au-delà des exigences réglementaires dans les zones naturelle à haute valeur ajoutée et potentiellement calmes en définissant des traitements contre le bruit de manière à n'induire aucune émergence par rapport aux niveaux de bruit de fond préalablement mesuré.

MC03 : Utiliser des écrans végétalisés pour cacher les puits de ventilation implantés dans des zones vertes

En effet, une couverture végétale permet de cacher les sources de bruit et de ce fait ont un impact psychologique important pour les riverains.

MC04 : Création/Développement de zones calmes

Des pistes de réflexion sont abordées dans l'étude IAURIF pour développer et favoriser l'apparition de zones de calmes. Ci-après quelques mesures concrètes sont présentées :

- les zones de calmes doivent être situées, de préférence, à proximité des lieux d'habitation pour être accessibles au plus grand nombre sans nécessiter de déplacement automobile
- Réduire la circulation automobile autour des espaces verts
- Aménager en espaces verts des zones préservées du bruit mais laissées à l'abandon
- Optimiser les sons naturels de l'environnement (sons bio-phoniques et sons géo-phoniques (*) et de réduire les bruits non souhaités ou liés à l'activité humaine. En effet, dans certaines conditions, l'ajout de sources sonores associées à une image/impression de bien-être peut masquer le bruit du transport que l'on veut traiter. Il peut s'agir d'une fontaine, d'un cours d'eau

ou encore l'implantation d'arbres et de végétation qui favoriseront la venue des oiseaux et autres animaux sauvages

- Implanter des buttes de terres/ murs anti-bruits judicieusement localisés pour un effet maximum au droit des sources les plus influentes sur les espaces verts et/ou zones calmes potentielles

MC05 : Agir sur les sources de bruit existantes

Ces mesures auront d'autant plus d'effet qu'elles s'attaqueront aux sources (et combinaison de sources) d'émissions les plus intenses (la route le plus souvent) là où la densité de l'occupation du sol est la plus élevée.

Les actions prises pour diminuer la pression automobile aux accès des futures gares (voir point mobilité) auront un impact très positif sur la perception sonore et le bien-être de la population située à proximité du projet.

Les mesures possibles sont les suivantes :

Modification de la configuration de certaines routes / voie ferrée

Le schéma ci-après montre bien les différentes configurations de voie routière ou ferroviaires possibles ainsi que leur impact sur la propagation du bruit.

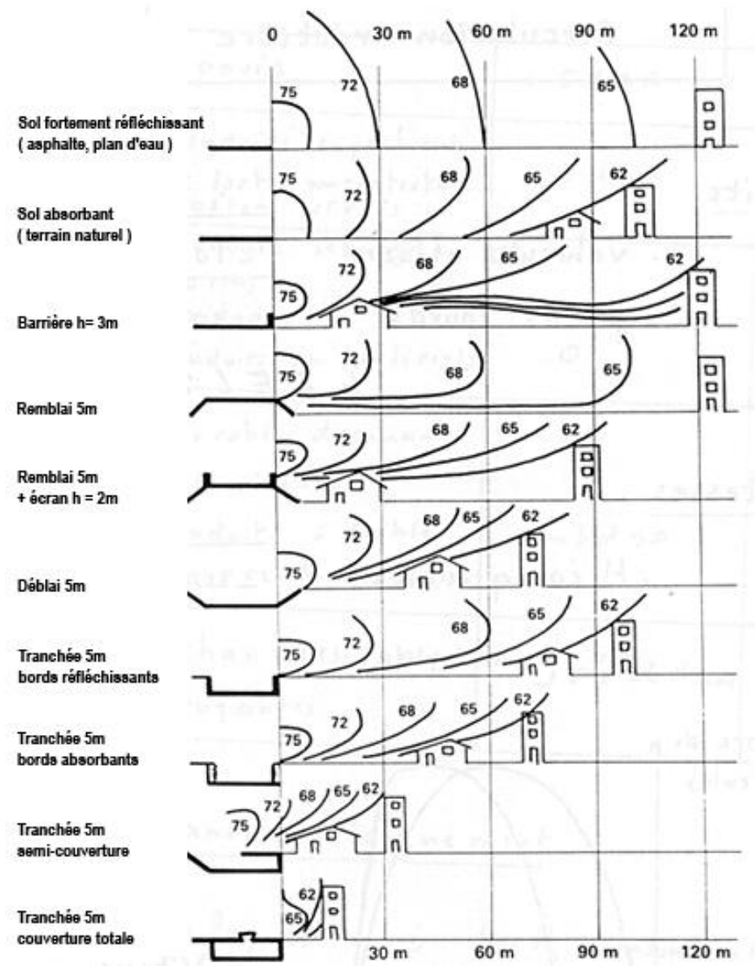


Figure 7.5-14 : Influence des profils en travers de voies et divers dispositifs de protection. Courbes isophones (Leq en dB(A)) pour un trafic moyen de 2000véhicules/heure - Source : Pachiaudi et Fabre, 1979

- Lorsque cela est possible, mettre en place des mesures comme l'implantation de merlons ou écrans acoustiques le long des infrastructures de transport existantes pour améliorer l'environnement sonore autour des futures gares

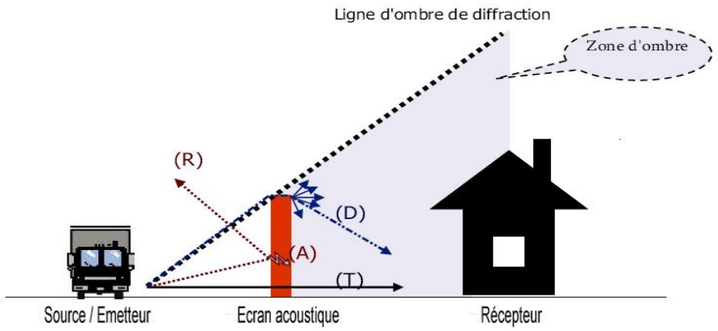


Figure 7.5-15 : schémas de principe de fonctionnement d'un écran acoustique par rapport à une source type route

Les écrans acoustiques ou merlons permettent de créer une " zone d'ombre " où le bruit de la source peut être atténué jusqu'à 12 dB(A).

L'amplitude de la zone d'ombre et la performance de l'écran au point récepteur vont dépendre :

- De la hauteur de la source
- De la distance source/écran
- De la hauteur de l'écran
- De la distance écran/récepteur
- De la hauteur du récepteur par rapport à la source
- De l'affaiblissement acoustique de l'écran

- Mettre en place d'autres mesures de réduction du bruit des infrastructures routières
  - remplacer les revêtements vétustes par des revêtements drainant
  - limiter les vitesses sur certains axes
  - mettre en place des plans de circulation pour réduire l'impact sonore du trafic routier dans certaines zones bien déterminées
  - interdire certaines routes aux poids lourds…

MC06 : Organiser et planifier l'aménagement de l'espace urbain

Les impacts sonores liés au projet peuvent aussi être compensés en organisant l'espace urbain de telle sorte à préserver/développer un maximum de zones calme aux alentours des zones de développement urbain liées au projet.

Concrètement il s'agit donc de :

- D'optimiser la localisation des bâtiments par rapport à la source de bruit en fonction de leur destination

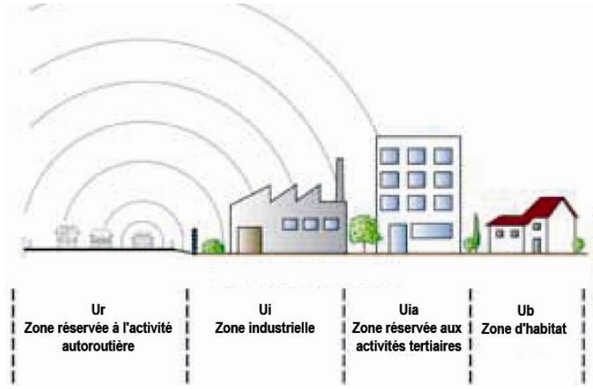


Figure 7.5-16 : schémas extrait du rapport ALIENOR « Autoroute de Gascogne » octobre2009

- Bien organiser l'urbanisation autour des gares en utilisant autant que possible le nouveau bâti comme écran acoustique par rapport aux voies de transport terrestre

Il existe deux méthodes permettant d'utiliser les bâtiments comme écrans acoustiques :

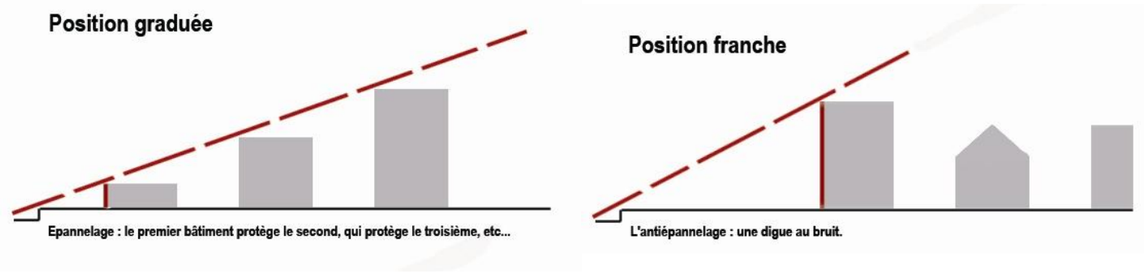


Figure 7.5-17 : l'épannelage et antiépannelage : Bruit et formes urbaines – CERTU 1981

Bien réfléchir à la hauteur et localisation des bâtiments situés en front de voie bruyante permet de s'en servir pour protéger efficacement les autres bâtiments.

L'épannelage consiste à adapter la position et la hauteur des bâtiments en fonction des conditions de propagation du bruit de la source sonore en cause afin que les bâtiments se protègent les uns les autres.

L'antiépannelage consiste à établir par un bâtiment linéaire de grande hauteur une digue contre le bruit que l'on implante au plus près possible de la source de bruit. Cette solution est peu consommatrice d'espace mais demande à être associée à des mesures pour traiter la façade sur rue (isolement important ou locaux tampons).

Pour une bonne efficacité, il est préférable que les bâtiments présentent le moins possible de discontinuité. En effet, la moindre ouverture dans le front de rue peut induire une fuite acoustique importante et un engouffrement du bruit dans les jardins et espaces intérieurs. Les espaces non construits en front de rue pourront être comblés par des murs anti-bruits.

Dans le cas du projet , ce type d'urbanisation serait particulièrement adapté aux alentours de la Gare Sevran-Livry, de la Gare d'Aulnay-Sous-Bois ou encore le long de la voie ferrée au Bourget, entre les puits P10 et P12.

Mesures de suivi dans le temps

En phase exploitation les mesures de suivi dans le temps consistent essentiellement à :

- Procéder à la bonne maintenance des équipements, voire, au besoin, au contrôle des niveaux sonores induits
- Mettre en place une structure permettant de récolter, répertorier et traiter les éventuelles plaintes des riverains pour s'assurer de la prise en compte de leur gêne et du maintien de leur bien-être dans le temps.

7.5.4 Coûts liés aux mesures d'accompagnement

7.5.4.1 Coûts liés aux mesures de phase chantier

Les coûts liés aux mesures à prendre pour réduire les impacts sonores en phase chantier ne sont pas quantifiables à ce stade et devront être intégrés au programme de travaux spécifique à chaque ouvrage à l'aide d'une étude acoustique spécifique.

A titre d'information, le coût à prévoir pour la mise en place d'un écran acoustique autour de l'emprise chantier et/ou d'un capotage autour d'une machine peut varier de l'ordre de 200 à 400 €HT par m2 de traitement considéré.

C'est pourquoi il est primordial d'intervenir autant que possible à la source en choisissant les machines et techniques les moins bruyantes, en planifiant au mieux les travaux et/ou en optimisant l'aménagement de l'emprise chantier pour réduire au maximum les traitements complémentaires à apporter pour réduire les nuisances sonores induites.

7.5.4.2 Coûts liés aux mesures de phase d'exploitation

Les coûts liés aux mesures à prendre pour réduire les impacts sonores en phase d'exploitation ne sont pas quantifiables à ce stade et devront être intégrés au programme de conception de chaque ouvrage à l'aide d'une étude acoustique spécifique.

En ce qui concerne les équipements techniques des gares et les puits de ventilation, les traitements à apporter sont souvent intégrés avec le coût de la fourniture et de l'installation des équipements car les installateurs doivent garantir que leurs équipements seront conformes aux émergences limites réglementaires.

7.5.5 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement au niveau du projet

7.5.5.1 Synthèse des impacts sonores par type d'ouvrage

Le chapitre suivant récapitule les impacts sonores générés par les différents ouvrages du projet et ce aussi bien en phase chantier qu'en phase exploitation.

Grâce aux cartes de bruit récoltées pour la zone d'étude et la distance entre la source étudiée et les riverains, l'étude de risque de dépassement sonore a pu être effectuées pour les différentes phases du chantier et les équipements techniques ou puits de ventilation en phase exploitation (sur base niveau sonore de 60 dB(A) à 1m).

Néanmoins il s'agit ici bien d'une analyse de risque et non de fixation des exigences réglementaires à respecter car celle-ci nécessitent de connaître de manière précise le niveau de bruit ambiant existant avant-projet.

Or les cartes prises comme référence sont données pour des intervalles de 5 dB(A) et qui rendent compte d'un niveau de bruit moyen LAeq et non des niveaux de bruit de fond préexistants pour lesquels l'indice statistique LA90 est parfois utilisé (niveau sonore dépassé pendant 90% du temps).

En outre pour plus de cohérence avec le rapport de phase 1 et les indices européens utilisés pour le bruit des transports, les cartes présentées sont des cartes Lden et Lnight qui ne correspondent pas tout à fait aux périodes réglementaires applicables en France (7-22h/22-7h) [37]même si les ordres de grandeurs qu'elles présentent restent assimilables aux niveaux de bruit routier que l'on pourrait obtenir respectivement sur la période de jour (7-22h) ou de nuit (22-7h).

Toutes ces raisons expliquent pourquoi, lors de l'étude spécifique des ouvrages, il sera nécessaire de procéder à des mesures initiales en période de jour et de nuit pour définir de manière précise et sans équivoque les niveaux de bruit de fond existant avant chantier et exploitation des gares ou puits de ventilation et d'en déduire les niveaux de bruit particuliers à respecter pour chaque site. La méthodologie adoptée lors de ces campagnes de mesure devra être conforme à celle exposée dans la norme NF S 31-010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement.

La légende utilisée pour l'analyse des risques de nuisances sonores est la suivante :

Sensibilité	Code couleur
Très forte (risque d'impact sonore très important, > 10 dB(A) d'émergence par rapport aux LDEN ou LN initiaux)	
forte (risque d'impact sonore important, 5 à 10 dB(A) d'émergence par rapport aux LDEN ou LN initiaux)	
Faible à moyenne (risque d'impact sonore faible à moyen, < 5 dB(A) d'émergence par rapport aux LDEN ou LN initiaux)	
Négligeable ou nulle (pas de risque de dépassement sonore)	

Pour rappel, les chantiers ne fonctionnent en principe que pendant la journée. Sauf pour les tunneliers qui fonctionnent 24h/24, mais qui ont peu d'impact sonore car il s'agit de travaux souterrains.

La nuit , sauf convois exceptionnels non considérés dans l'étude, il n'y a pas d'engins en surface ni de charroi sur les chantiers. En revanche l'étude de sensibilité pour les puits de ventilation et équipements techniques des gares est uniquement réalisée pour la période de nuit qui est la plus calme et la plus contraignante en matière d'émergence autorisée (3 dB(A) au lieu de 5).

Enfin les documents de référence utilisés pour évaluer les différents impacts sont principalement ceux études Préliminaires Complémentaires existantes en date du 15 octobre 2013 référencés dans la note NTC0B du bureau EGIS.

A noter également que du fait que certains puits n'étaient pas référencés, les puits de ventilation ont été fait l'objet d'une nouvelle numérotation dans la suite du rapport, la numérotation utilisée par le bureau EGIS, si existante, étant cependant reprise entre parenthèse pour rappel.

[37] *Réglementations Françaises en matière de bruit des installations classées (arrêté du 23 janvier 1997) et aux bruits de voisinage (décret du 31 décembre 2006).*

Synthèse des impacts sonore pour les Gares (dont accès/sortie tunnelier)

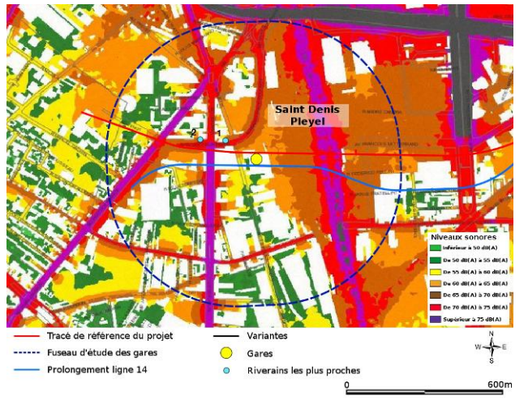
Gare Saint-Denis Pleyel

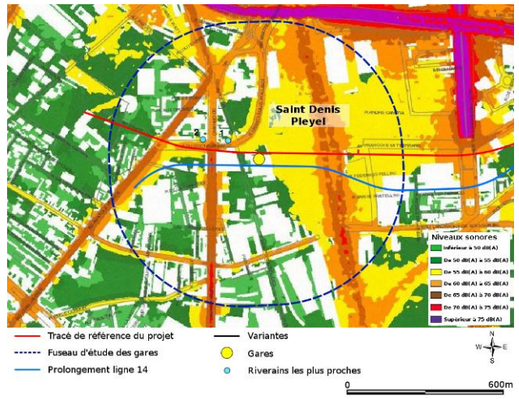
La gare de Saint-Denis Pleyel sera située rue Pleyel, dans la commune de Saint-Denis.

- **Riverains les plus proches**

La zone autour de la gare est constituée d'immeubles d'habitation et de bâtiments économiques. Les riverains les plus proches, et donc les plus susceptibles d'être gênés par les déplacements liés à la gare, sont situés rue Pleyel à environ 60m de la gare.

- **Objectifs acoustiques**





LDEN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	60	65	5
2	140	65	

LN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	60	60	3
2	140	60	

Figure 7.5-18 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Saint Denis Pleyel et tableaux des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (SOURCE : géoportail93.fr)

- **Impacts de la phase chantier :**

L'emprise nécessaire à la réalisation des travaux est d'environ 18 000 m².

Tableau 7.5-12 : Incidences sonores des phases chantier – Saint-Denis Pleyel

Incidences sonores des phases de chantier		
Phase de travaux	**Riverains les plus proches**	
	1	**2**
Destruction		
Terrassement Fondation		
Gros œuvre		
Second œuvre		
Charroi (impacts sur les voiries d'accès au site et/ou possibilité de transports ferroviaire ou fluvial, voir figure ci-après)		

- **Impacts en phase d'exploitation :**

Tableau 7.5-13 : Incidences sonores en phase d'exploitation – Saint-Denis Pleyel

Gare Saint Denis Pleyel		
	Descriptif	**Impact sonore**
Présence de parking	Pas de parking à proximité de la gare (stationnement en bord de chaussée)	Négatif, l'absence de parking peut entrainer une augmentation de trafic dans le quartier
Réseau de transport public	Réseau de TC plutôt dense avec l'actuelle station Carrefour Pleyel (Métro et bus)	Positif, l'accès à la future gare sera bien desservi par les TC actuels
Présence de voiries d'accès peu sensibles	- D14 – D410 – A86 - A1	les voies les moins sensibles ne sont pas directement liées à la gare mais la A86 et la A1 sont assez proches
Equipements techniques (ventilation/désenfumage, groupe froid, chaudière…)	Impact au droit riverain les plus proches pour niveau sonore 60 dB(A) à 1m	Faible, les riverains les plus proches sont situés à une distance suffisamment importante des futurs équipements

- **Sensibilité de la gare par rapport au bruit : moyenne à forte**

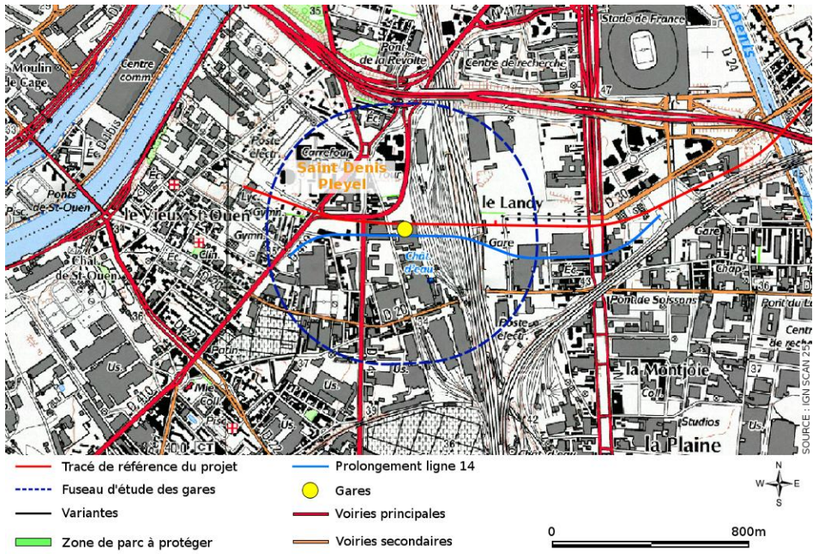


Figure 7.5-19 : Carte de sensibilité des voiries autour de la gare de Saint-Denis Pleyel

La facilité d'accès via l'autoroute A86 peut favoriser la fréquentation de cette gare par les automobilistes avec une augmentation de trafic sur les D14 et D410 qui sont actuellement déjà très fréquentées. Mais la rue Pleyel où se trouve la gare possède quant à elle un gabarit moins adapté à une augmentation de trafic.

- **Zones calmes à protéger**

L'environnement proche de la gare Saint Denis Pleyel ne présente pas de zone calme particulière à protéger.

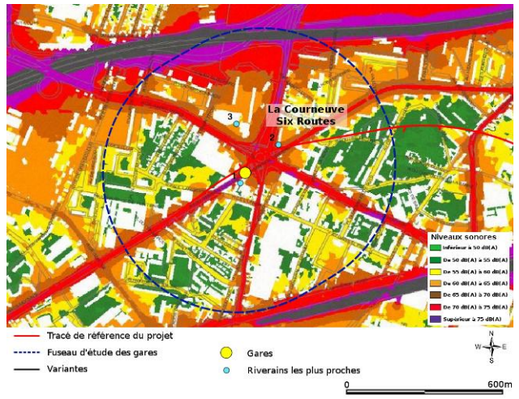
Gare La Courneuve « Six Routes »

La gare de la Courneuve Six Routes sera située avenue du général Leclerc, dans la commune de la Courneuve.

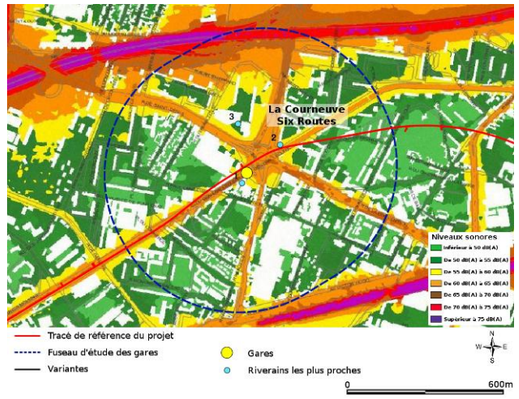
- **Riverains les plus proches**

L'urbanisation aux environs proches de la gare est en partie résidentielle (maisons et immeubles) mais aussi d'activité économique (bureaux). Les riverains qui pourront être les plus gênés par les émissions sonores sont ceux les plus proches de la gare. Ils sont situés à environ 10m sur l'avenue du général Leclerc. Il convient de noter la présence du parc départemental Georges Valbon à moins de 600m de la gare (Natura 2000).

- **Objectifs acoustiques**



LDEN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	10	65	5
2	80	65	
3	140	60	



LN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	10	60	3
2	80	60	
3	140	50	

Figure 7.5-20 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de La Courneuve « Six Routes » et tableaux des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (SOURCE : géoportail93.fr)

- **Impacts de la phase chantier :**

L'emprise nécessaire à la réalisation des travaux est d'environ 10 000 m².

Tableau 7.5-14 : Incidences sonores des phases chantier – La Courneuve « Six Routes »

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	**Riverains les plus proches**		
	1	**2**	**3**
Destruction			
Terrassement Fondation			
Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi (impacts sur les voiries d'accès au site et/ou possibilité de transports ferroviaire ou fluvial, voir figure ci-après)			

- **Impact en phase d'exploitation :**

Tableau 7.5-15 : Incidences sonores phase d'exploitation – La Courneuve « Six Routes »

Gare La Courneuve Six Routes		
	Descriptif	**Impact sonore**
Présence de parking	3 parkings : Courneuve, Mairie, Convention	Positif s'ils ne sont pas déjà saturés et si le nombre de places disponibles est adapté car cela limite la recherche de place dans le quartier
Réseau de transport public	Réseau de TC plutôt dense avec l'actuelle station la Courneuve Six Routes (Tram et bus)	Positif, l'accès à la future gare sera bien desservi par les TC actuels
Présence de voiries d'accès peu sensibles	- N185 – N301 - D30	Peu important, le site possède un ensemble de voies peu sensibles pour l'accès à la gare
Equipements techniques (ventilation/désenfumage, groupe froid, chaudière…)	Impact au droit riverain les plus proches pour niveau sonore 60 dB(A) à 1m	Moyen à faible

- **Sensibilité de la gare par rapport au bruit : moyenne à forte**

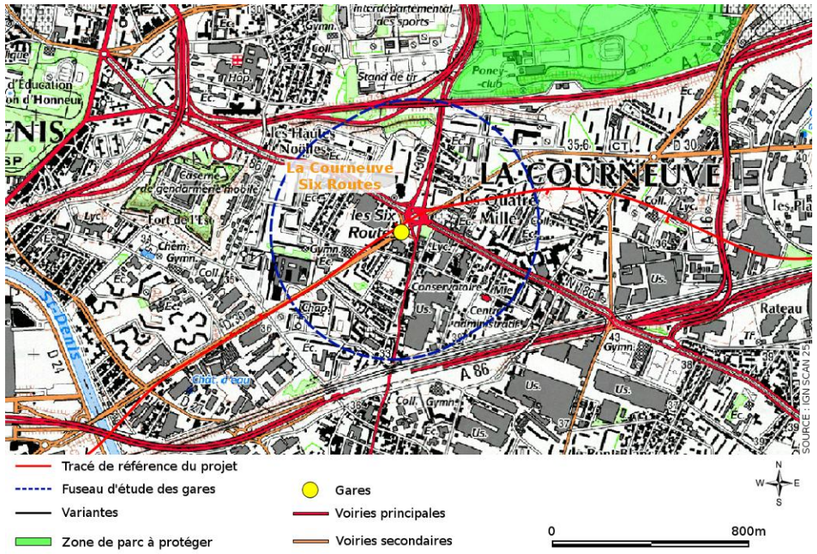


Figure 7.5-21 : Carte de sensibilité des voiries autour de la gare de La Courneuve « Six Routes »

La facilité d'accès via l'autoroute A1 peut favoriser la fréquentation de cette gare par les automobilistes avec une augmentation de trafic sur les N185, N301 et D30 qui sont actuellement déjà très fréquentées.

- **Zones calmes à protéger**

Le parc départemental de la Courneuve est situé dans l'environnement proche de la gare de la Courneuve. Il s'agit d'une zone Natura 2000 et donc à protéger du bruit.

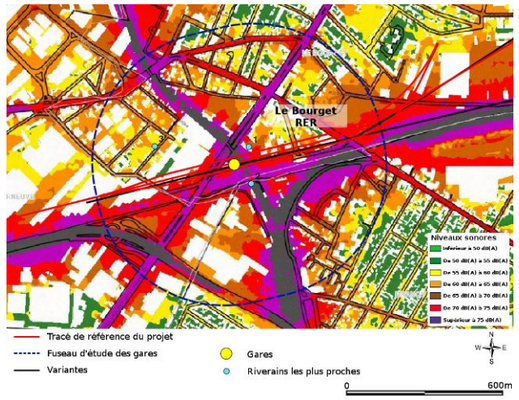
Gare Le Bourget RER

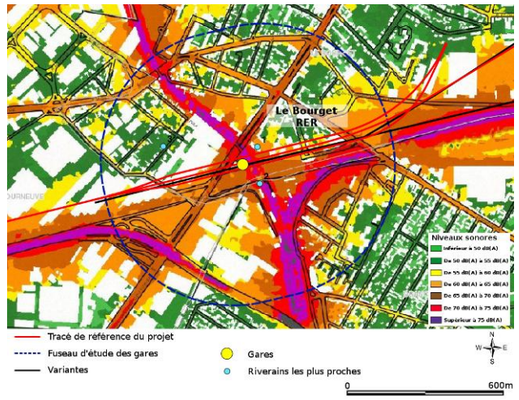
La gare du Bourget RER sera située rue du Chevalier de la Barre, dans la commune du Bourget.

- **Riverains les plus proches**

La zone autour de la gare est constituée d'immeubles d'habitation et de bâtiments économiques et industriels. Les riverains les plus proches, et donc les plus susceptibles d'être gênés par les déplacements liés à la gare, sont situées résidence des Peupliers à environ 35m de la gare. Il est noté la présence de la Clinique du Bourget ≈ 200m et le projet d'implantation de logements et bureaux ainsi que d'un square sur les ZAC du Commandant Rolland à l'Est de la gare (≈500m).[38]

- **Objectifs acoustiques**





LDEN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	35	70	5
2	50	75	
3	200	55	

LN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	35	60	3
2	50	65	
3	200	50	

Figure 7.5-22 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare du Bourget RER et tableaux des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (SOURCE : géoportail93.fr)

- **Impacts de la phase chantier :**

L'emprise nécessaire à la réalisation des travaux est de 10 000 m². La rue du Chevalier de la Barre et l'avenue de la Division Leclerc seront seulement coupées à leurs extrémités et constitueront les deux accès à la zone de chantier. La construction de l'ouvrage nécessite la destruction de plusieurs bâtiments (bâtiments SNCF, une maison individuelle et des bâtiments d'activité).

Tableau 7.5-16 : Incidences sonores des phases chantier – Le Bourget RER

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	**Riverains les plus proches**		
	1	**2**	**3*[39]**
Destruction			
Terrassement Fondation			
Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			

- **Impacts en phase d'exploitation :**

Tableau 7.5-17 : Incidences sonores en phase d'exploitation – Le Bourget RER

Gare Le Bourget RER		
	Descriptif	**Impact sonore**
Présence de parking	2 parkings : Relais, Jean Jaurès	Positif s'ils ne sont pas déjà saturés et si le nombre de places disponibles est adapté car cela limite la recherche de place dans le quartier
Réseau de transport public	Réseau de TC plutôt dense avec l'actuelle station le Bourget (RER et bus)	Positif, l'accès à la future gare sera bien desservi par les TC actuels
Présence de voiries d'accès peu sensibles	- A86 – A1 - N2 - D30 (Av. J. Jaurès)	Peu important, le site possède un ensemble de voies peu sensibles pour l'accès à la gare
Equipements techniques (ventilation/désenfumage, groupe froid, chaudière…)	Impact au droit riverain les plus proches pour niveau sonore 60 dB(A) à 1m	Faible, les riverains les plus proches sont situés à une distance suffisante des futurs équipements

- **Sensibilité de la gare par rapport au bruit : faible à moyenne**

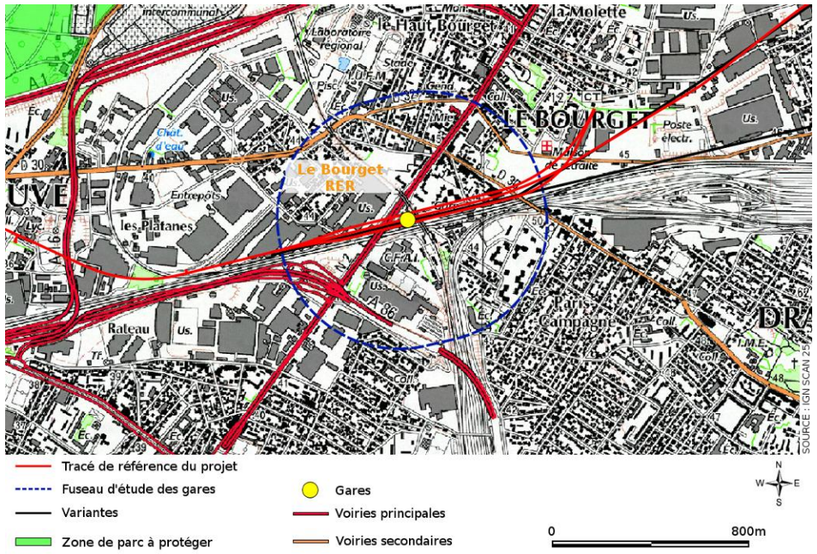


Figure 7.5-23 : Carte de sensibilité des voiries autour de la gare du Bourget RER

La facilité d'accès via les autoroutes A86 et A1 peut favoriser la fréquentation de cette gare par les automobilistes avec une augmentation de trafic sur la N2 qui est cependant déjà très fréquentée.

- **Zones calmes à protéger**

L'environnement proche de la gare du Bourget RER ne présente pas de zone calme à protéger.

[38] *Etude d'insertion de la gare du Bourget RER-études préalables - Lot4-MS01-GAR-FAI-Bourget RER*
[39] *Des bâtiments sont situés entre les riverains 3 et l'emprise chantier de la gare.*

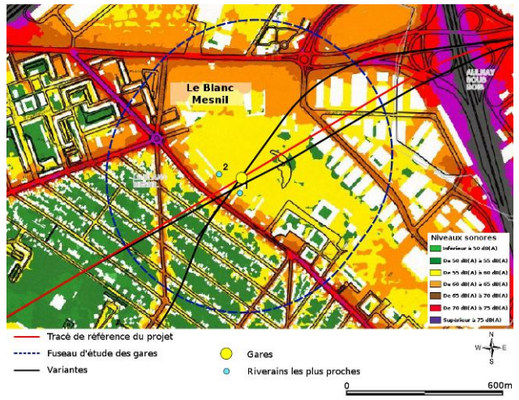
Gare Le Blanc-Mesnil

La gare du Blanc Mesnil est prévue sous le parc Jean Duclos, non loin de l'avenue de la Division Leclerc, dans la commune du Blanc Mesnil.

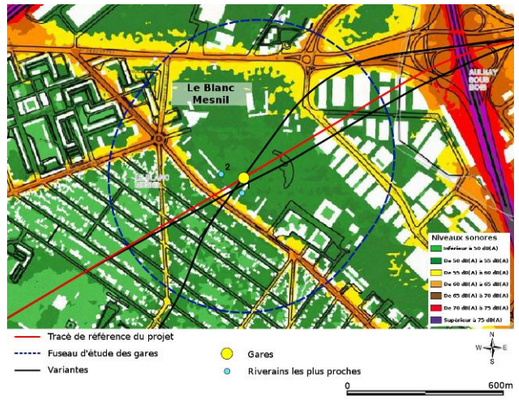
- **Riverains les plus proches**

La zone au sud de la gare est constituée de pavillons et d'immeubles d'habitation, tandis qu'au nord ce sont des bâtiments à caractère industriel. Les riverains qui pourront être les plus gênés par les émissions sonores sont ceux les plus proches de la gare. Ils sont situés à environ 20m sur l'avenue de la division Leclerc.

- **Objectifs acoustiques**



LDEN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	20	55	5
2	60	55	



LN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	20	50	3
2	60	50	

Figure 7.5-24 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare du Blanc Mesnil et tableaux des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (SOURCE : géoportail93.fr)

- **Impacts de la phase chantier :**

L'emprise de chantier nécessaire pour la construction de la gare est d'environ 26 000 m². L'accès se fera par l'avenue de la Division Leclerc, au sud. La voirie d'accès longeant l'école sera maintenue en service.

Tableau 7.5-18 : Incidences sonores des phases chantier – Le Blanc Mesnil

Incidences sonores des phases de chantier		
Phase de travaux	**Riverains les plus proches**	
	1	**2**
Destruction	-	-
Terrassement Fondation		
Gros œuvre		
Second œuvre		
Charroi		

- **Impact en phase d'exploitation :**

Tableau 7.5-19 : Incidences sonores en phase d'exploitation – Le Blanc Mesnil

Gare Le Blanc Mesnil		
	Descriptif	**Impact sonore**
Présence de parking	Pas de parking à proximité de la gare (stationnement en bord de chaussée)	Négatif, l'absence de parking peut entrainer une augmentation de trafic dans le quartier
Réseau de transport public	Réseau de TC non négligeable mais peu fréquents constitué de bus uniquement	Assez négatif, l'accès à la future gare est mal desservi par les TC actuels
Présence de voiries d'accès peu sensibles	- A3 – A1 - N2, D40 (av. Einstein) - Avenue de la division Leclerc (D41)	Assez important sur l'avenue de la Division Leclerc qui longe des habitations. Peu important sur les autres axes routiers
Equipements techniques (ventilation/désenfumage, groupe froid, chaudière…)	Impact au droit riverain les plus proches pour niveau sonore 60 dB(A) à 1m	Moyen à faible, les riverains les plus proches sont situés à une distance suffisante des futurs équipements, mais niveau de bruit LN sont assez calmes

- **Sensibilité de la gare par rapport au bruit : forte à très forte**

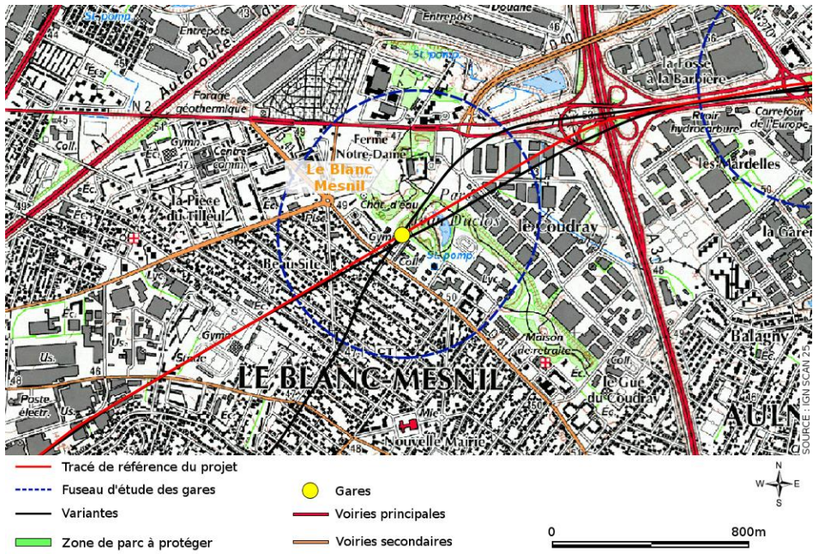


Figure 7.5-25 : Carte de sensibilité des voiries autour de la gare du Blanc Mesnil

La facilité d'accès via les autoroutes A3 et A1 peut favoriser la fréquentation de cette gare par les automobilistes avec une augmentation de trafic sur la N2 qui est cependant déjà très fréquentée.

- **Zones calmes à protéger**

Le parc Jean Duclos sera partiellement détruit par l'implantation de la gare. Une réhabilitation de ce parc est prévue avec une connectivité avec les parcs Valbon et du Sausset, ce qui est positif mais les projets urbains mixtes prévus aux alentours risquent d'augmenter les bruits de voisinage[40].

[40] *Etudes d'insertion urbaine de la gare du Blanc-Mesnil LOT4-MS04-G12-SYST-0-FAI-RAP01-d-1-0-LBM-*

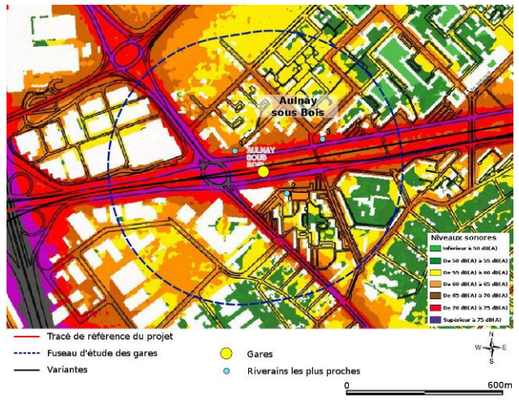
Gare d'Aulnay-Sous-Bois

Cette gare sera située au carrefour de l'Europe entre les deux voies de circulation de la N2 rue Paul Cézanne et boulevard Marc Chagall, dans la commune de Aulnay-sous-Bois.

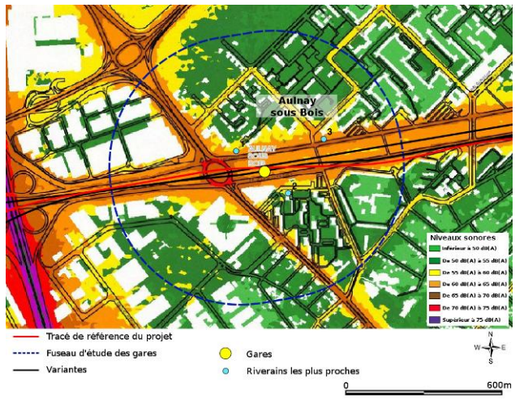
- **Riverains les plus proches**

La gare est assez éloignée des riverains de la zone du fait de sa situation au centre du terre-plein séparant les voies de la route N2. Les habitations les plus proches sont situées allée Pablo Picasso à environ 70m de la future gare.

- **Objectifs acoustiques**



LDEN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	70	65	5
2	100	60	
3	200	70	



LN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	70	55	3
2	100	50	
3	200	60	

Figure 7.5-26 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Aulnay-sous-Bois et tableaux des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (SOURCE : géoportail93.fr)

- **Impacts de la phase chantier :**

La gare d'Aulnay-sous-Bois est prévue pour être utilisée comme puits de lancement de 2 tunneliers. La surface de chantier variera entre 14000 m² et 25000 m² selon les phases de creusement. A la fin du chantier les carrefours avec la nouvelle voirie d'accès à la gare seront réaménagés.

Tableau 7.5-20 : Incidences sonores des phases chantier – Aulnay-sous-Bois

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	**Riverains les plus proches**		
	1	**2**	**3**
Destruction	-	-	-
Terrassement Fondation			
Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			

- **Impacts en phase d'exploitation : Faibles**

Tableau 7.5-21 : Incidences sonores en phase d'exploitation – Aulnay-sous-Bois

Gare Aulnay-sous-Bois		
	Descriptif	**Impact sonore**
Présence de parking	Pas de parking à proximité de la gare	Négatif, l'absence de parking peut entrainer une augmentation de trafic dans le quartier
Réseau de transport public	Réseau de TC plutôt faible avec seulement quelques lignes de bus proches de la future gare	Négatif, l'accès à la future gare est peu desservi par les TC actuels
Présence de voiries d'accès peu sensibles	- A3 - N2 - D40 – D44	Peu important, le site possède un ensemble de voies peu sensibles pour l'accès à la gare
Equipements techniques (ventilation/désenfumage, groupe froid, chaudière…)	Impact au droit riverain les plus proches pour niveau sonore 60 dB(A) à 1m	Faible, les riverains les plus proches sont situés à une distance importante des futurs équipements

- **Sensibilité de la gare par rapport au bruit : moyenne**

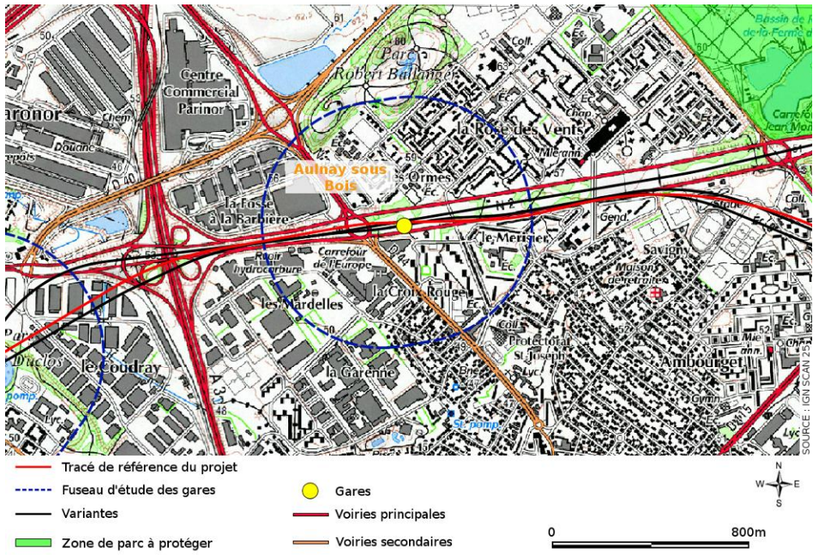


Figure 7.5-27 : Carte de sensibilité des voiries autour de la gare de Aulnay-sous-Bois

Le projet de la ZAC des Aulnes prévoit la transformation de la N2 en boulevard urbain avec l'aménagement du terreplein central (activités économiques, parc urbain et parking paysager). Ce projet pourrait permettre de réduire l'impact du bruit routier par une meilleure gestion du trafic et une coupure de l'ex N2[41].

- **Zones calmes à préserver**

Le parc Robert Ballanger, situé à 350m au nord de la gare est un lieu de détente pour les riverains du site. Cette zone est donc à préserver d'une augmentation de bruit qui pourrait être liée à l'implantation de la gare dans le quartier. Il est noté aussi la présence du parc départemental du Sausset (Natura 2000) au nord-est de la gare, à environ 1,3km.

[41] *Etude d'insertion de la gare d'Aulnay-études préalables LOT4-MS04-G13-SYST-GAR-FAI-SYN02-d1-0-ALN-*

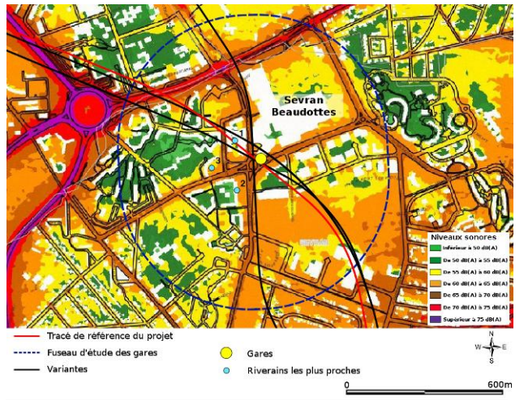
Gare Sevran-Beaudottes

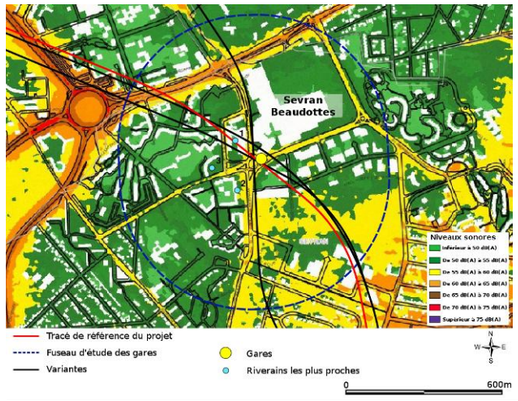
La gare Sevran-Beaudottes est prévue à l'actuelle station RER B du même nom, avenue Raoul Dautry, dans la commune de Sevran.

- **Riverains les plus proches**

Les riverains qui pourront être le plus gênés par les émissions sonores sont ceux les plus proches de la gare. Ils sont situés à environ 50m rue Charles Conrad. La partie est, quant à elle, est composée en majeure partie de bâtiments à caractère commercial (avenue Salvador Allende).

- **Objectifs acoustiques**





LDEN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	50	50	5
2	50	60	
3	140	55	

LN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	50	<50	3
2	50	50	
3	140	50	

Figure 7.5-28 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Sevran-Beaudottes et tableaux des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (SOURCE : géoportail93.fr)

- **Impacts de la phase chantier**

L'emprise de chantier est d'environ 18000 m². Deux solutions sont envisagées pour maintenir la circulation sur les avenues D. d'Urville et S. Allende durant les travaux. Un phasage des travaux permettant de réaliser des déviations provisoires successives ou bien une déviation unique pour toute la durée du chantier en contournant la zone chantier par le sud.

Tableau 7.5-22 : Incidences sonores des phases chantier – Sevran Beaudottes

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	**Riverains les plus proches**		
	1	**2**	**3**
Destruction	-	-	-
Terrassement Fondation	30	20	25
Gros œuvre			
Second œuvre	17	8	12
Charroi	15	6	10

- **Impacts en phase d'exploitation**

Tableau 7.5-23 : Incidences sonores en phase d'exploitation – Sevran Beaudottes

Gare Sevran-Beaudottes		
	Descriptif	**Impact sonore**
Présence de parking	2 parkings : Relais, Av. Dumont d'Urville	Positif s'ils ne sont pas déjà saturés et si le nombre de places disponibles est adapté car cela limite la recherche de place dans le quartier
Réseau de transport public	Réseau de TC plutôt dense avec l'actuelle station Sevran-Beaudottes (RER et bus)	Positif, l'accès à la future gare sera bien desservi par les TC actuels
Présence de voiries d'accès peu sensibles	- N2 – N370 - D115	Assez négatif car les voies les moins sensibles ne sont pas directement liées à la gare. Les avenues Raoul Dautry et Salvador Allende constituent néanmoins des voies d'accès un peu moins sensibles que les autres car elles longent des bâtiments d'activité.
Equipements techniques (ventilation/désenfumage, groupe froid, chaudière…)	Impact au droit riverain les plus proches pour niveau sonore 60 dB(A) à 1m	Faible, les riverains les plus proches sont situés à une distance importante des futurs équipements

Le site actuel se trouve à proximité directe d'une zone commerciale et d'un carrefour important, en dehors du bruit routier, l'impact sonore de la gare en exploitation sera donc assez faible.

A noter les projets de revalorisation urbaine autour de la gare qui pourraient induire un charroi de piétons et de véhicules supplémentaire[42].

- **Sensibilité de la gare par rapport au bruit : Moyenne à forte**

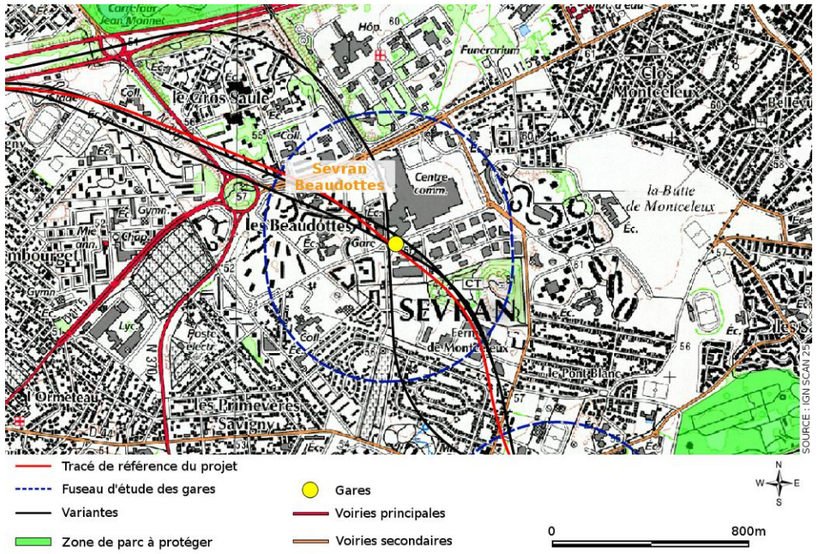


Figure 7.5-29 : Carte de sensibilité des voiries autour de la gare de Sevran-Beaudottes

- **Zones calmes à protéger**

Le parc de la ferme Montceleux est situé à environ 170m de la gare. Il est important de préserver cette zone d'une augmentation de bruit.

[42] *Etude d'insertion de la gare Sevran-Beaudottes -études préalables - Lot4-MS21-GAR-FAI-SevranB-Synthèse*

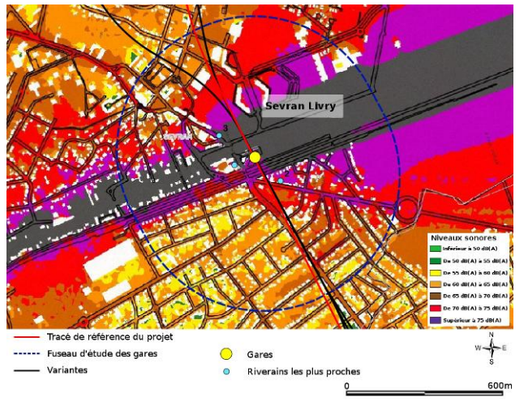
Gare Sevran-Livry

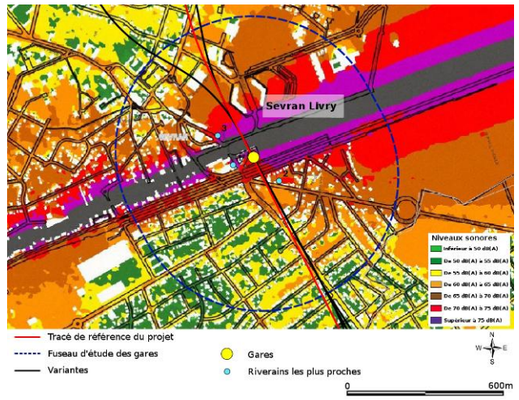
La gare Sevran-Livry est prévue sous le chemin de fer du RER B et sous le canal de l'Ourcq à l'emplacement actuel de la station du même nom, dans la commune de Sevran.

- **Riverains les plus proches**

Les riverains les plus proches, et donc les plus susceptibles d'être gênés par les déplacements et activités liés à la gare, sont situés place de la gare (≈20m).

- **Objectifs acoustiques**





LDEN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	20	>75	5
2	20	70	
3	100	>75	

LN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	20	70	3
2	20	65	
3	100	70	

Figure 7.5-30 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Sevran-Livry et tableaux des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (SOURCE : géoportail93.fr)

- **Impacts de la phase chantier**

L'emprise totale de chantier est ≈ 18 000 m². La construction de la gare nécessitera l'acquisition et la démolition de plusieurs bâtiments. Ces démolitions sont prévues dans le cadre du projet de réaménagement du parvis de la gare.

Tableau 7.5-24 : Incidences sonores des phases chantier – Sevran Livry

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	**Riverains les plus proches**		
	1	**2**	**3**
Destruction			
Terrassement Fondation			
Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			

- **Impacts en phase d'exploitation**

Tableau 7.5-25 : Incidences sonores en phase d'exploitation – Sevran Livry

Gare Sevran-Livry		
	Descriptif	**Impact sonore**
Présence de parking	6 parkings à moins de 500m de la gare	Positif s'ils ne sont pas déjà saturés car cela limite la recherche de place dans le quartier
Réseau de transport public	Réseau de TC plutôt dense avec l'actuelle station Sevran-Livry (RER et bus)	Positif, l'accès à la future gare sera bien desservi par les TC actuels
Présence de voiries d'accès peu sensibles	- D44 (avenue Robert Ballanger)	Assez négatif car le site possède une unique voie peu sensible pour l'accès à la gare
Equipements techniques (ventilation/désenfumage, groupe froid, chaudière…)	Impact au droit riverain les plus proches pour niveau sonore 60 dB(A) à 1m	Faible, les riverains les plus proches sont situés à une distance suffisante des futurs équipements

Le site est déjà très fortement impacté par le bruit des transports, en grande partie à cause du RER B. A noter que la gare sera assez isolée des riverains, entre la ligne RER et le canal de l'Ourcq.

Il est aussi noté l'existence de projets d'urbanisations place de la gare (terrain RFF) et sur le terrain de la Marine qui pourraient avoir un effet positif sur le bruit du RER B[43].

- **Sensibilité de la gare par rapport au bruit : Faible car zone déjà bruyante**

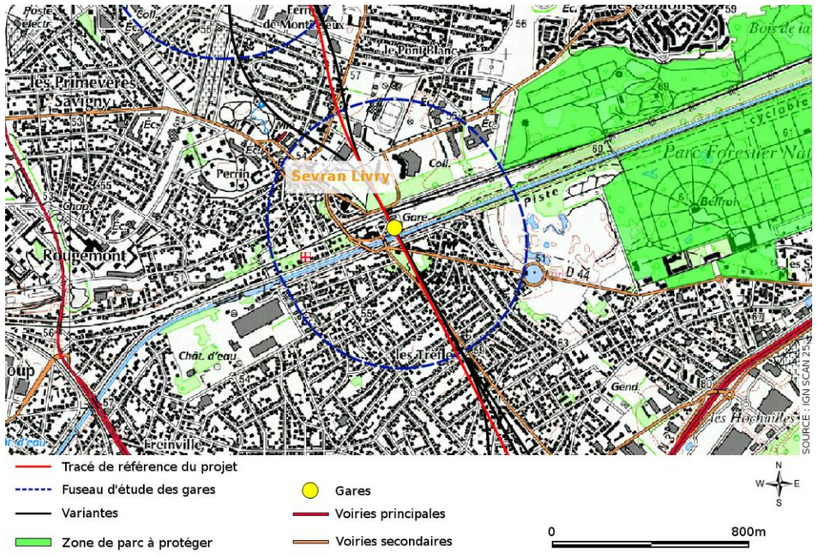


Figure 7.5-31 : Carte de sensibilité des voiries autour de la gare de Sevran-Livry

- **Zones calmes à protéger**

Plusieurs sites classés Natura 2000 se trouvent à environ 500m de la future gare (bois de la Tussion, parc de la Poudrière et le parc forestier national de Sevran). Ces zones ainsi que les autres parcs à proximité (Parc Roger Badier, Parc des Sœurs et Parc Louis Armand) sont à préserver d'une augmentation de bruit, voire même, si possible, à décontaminer de la pollution sonore existante.

[43] *Etude d'insertion de la gare de Sevran-Livry -études préalables Lot4-MS21-GAR-FAI-SevranB-Synthèse*

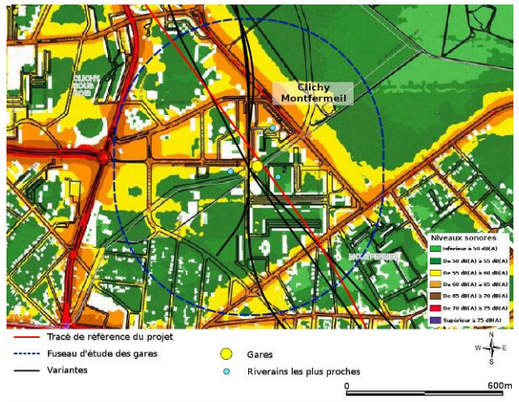
Gare Clichy-Montfermeil

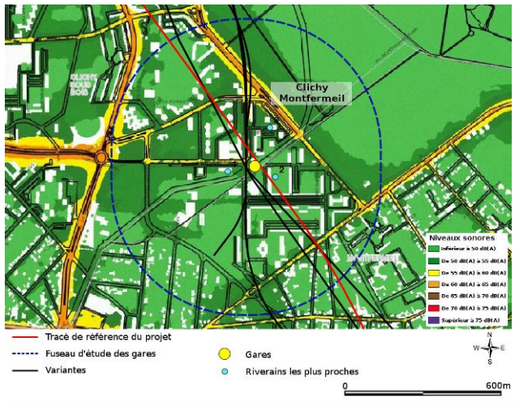
La gare Clichy-Montfermeil sera située allée Romain Rolland dans la commune de Clichy-sous-Bois.

- **Riverains les plus proches**

La zone autour de la gare est assez peuplée avec des immeubles de logements. Les riverains les plus proches, et donc ceux qui pourront être les plus impactés par les émissions sonores liées au projet sont situés aux environs proche allée Romain Rolland et avenue Paul Cézanne (≈20m).

- **Objectifs acoustiques**





LDEN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	20	50	5
2	70	50	
3	100	55	

LN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	20	<50	3
2	70	<50	
3	100	50	

Figure 7.5-32 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Clichy-Montfermeil et tableaux des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (SOURCE : géoportail93.fr)

- **Impacts de la phase chantier**

L'emprise totale de chantier est d'environ 15 000 m².

Tableau 7.5-26 : Incidences sonores des phases chantier – Clichy Montfermeil

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	**Riverains les plus proches**		
	1	**2**	**3**
Destruction			
Terrassement Fondation			
Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			

- **Impacts en phase d'exploitation**

Tableau 7.5-27 : Incidences sonores en phase d'exploitation – Clichy Montfermeil

Gare Clichy-Montfermeil		
	Descriptif	**Impact sonore**
Présence de parking	2 parkings : Anatole France et du Stade	Positif s'ils ne sont pas déjà saturés et si le nombre de places disponibles est adapté car cela limite la recherche de place dans le quartier
Réseau de transport public	Réseau de TC plutôt faible avec seulement quelques lignes de bus proches de la future gare	Négatif, l'accès à la future gare est peu desservi par les TC actuels mais à noter le projet tramway T4 en cours (2016)
Présence de voiries d'accès peu sensibles	- N370 – N403 - D117	Négatif, les voies peu sensibles ne sont pas directement liées à la gare
Equipements techniques (ventilation/désenfumage, groupe froid, chaudière…)	Impact au droit riverain les plus proches pour niveau sonore 60 dB(A) à 1m	Moyen à faible, les riverains les plus proches sont situés à une distance suffisante des futurs équipements, mais niveaux LN assez calmes

Il est prévu que cette gare assure une correspondance avec un débranchement du tramway T4, ce qui permettra d'améliorer l'accessibilité à cette gare. Enfin à noter les nombreux projets de réaménagement urbain (création d'un centre-ville) qui pourraient induire une augmentation de charroi piétons et routier [44].

- **Sensibilité de la gare par rapport au bruit : Forte**

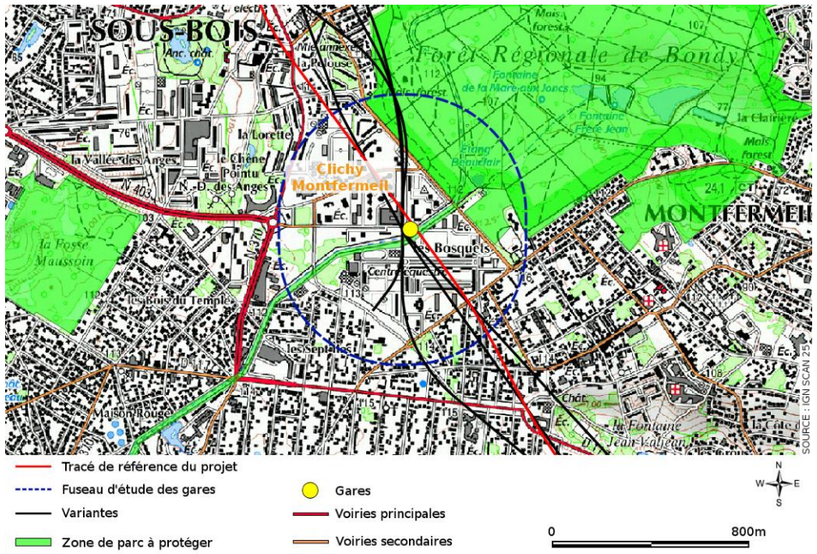


Figure 7.5-33 : Carte de sensibilité des voiries autour de la gare de Clichy-Montfermeil

- **Zones calmes à préserver**

Autour de l'emplacement de la future gare se trouvent 3 sites Natura 2000 : la Promenade de la Dhuys (passant à quelques dizaines de mètres de la gare), la forêt régionale de Bondy à 200m et le parc départemental de la Fosse Maussoin (≈1km). Tous ces lieux sont à préserver d'une augmentation de bruit d'autant plus que le quartier où s'implantera le projet est peu impacté par le bruit des transports.

[44] *Etude d'insertion de la gare Clichy-Montfermeil-études préalables Lot4-MS03-GAR-FAI-CM-Synthèse*

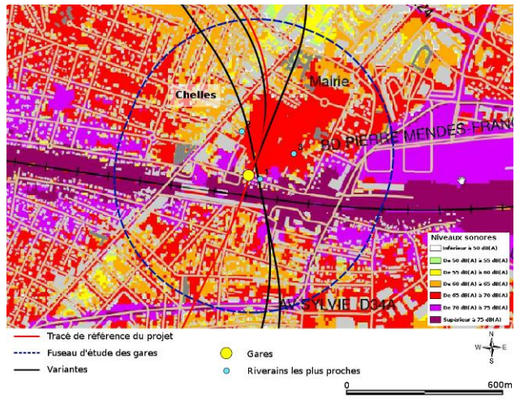
Gare Chelles

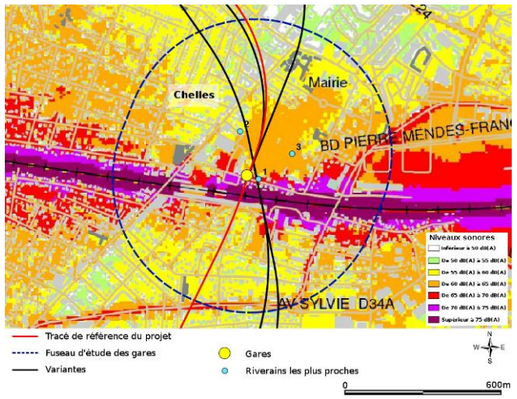
L'emplacement de la gare Chelles est situé boulevard Chilpéric à côté de la station RER Chelles-Gournay, dans la commune de Chelles.

- **Riverains les plus proches**

La zone autour de la gare est composée d'habitation de type plutôt individuel. Les riverains les plus proches se trouvent à environ 10m de la gare sur le boulevard Chilpéric.

- **Objectifs acoustiques**





LDEN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	10	70	5
2	80	60	
3	110	65	

LN			
Riverains	**Distance à la gare (m)**	**LAeq initial**	**Emergence réglementaire associée (dBA)**
1	10	65	3
2	80	55	
3	110	60	

Figure 7.5-34 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour la gare de Chelles et tableaux des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (SOURCE : bruit.seine-et-marne.fr)

- **Impacts de la phase chantier**

L'emprise nécessaire à la réalisation des travaux est ≈ 12 000 m². Le phasage des travaux permettra de maintenir la circulation sur le bd. Chilpéric durant toute la durée des travaux. Les accès et sorties des camions sont prévus depuis le bd. Chilpéric, en empruntant à l'est une propriété disposant d'un espace sans bâti. La construction de la gare nécessitera l'acquisition et la démolition de bâtiments.

Tableau 7.5-28 : Incidences sonores des phases chantier – Chelles

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	**Riverains les plus proches**		
	1	**2**	**3**
Destruction			
Terrassement Fondation			
Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			

- **Impacts en phase d'exploitation**

Tableau 7.5-29 : Incidences sonores en phase d'exploitation – Chelles

Gare Chelles		
	Descriptif	**Impact sonore**
Présence de parking	2 parkings : Marché et Gare	Positif s'ils ne sont pas déjà saturés et si le nombre de places disponibles est adapté car cela limite la recherche de place dans le quartier
Réseau de transport public	Réseau de TC plutôt dense avec l'actuelle station Chelles-Gournay (RER, transilien et bus)	Positif, l'accès à la future gare sera bien desservi par les TC actuels
Présence de voiries d'accès peu sensibles	- D934 – D34 – D224 - Avenue de la résistance	Négatif, les voies peu sensibles ne sont pas directement liées à la gare
Equipements techniques (ventilation/désenfumage, groupe froid, chaudière…)	Impact au droit riverain les plus proches pour niveau sonore 60 dB(A) à 1m	Moyen à faible, les riverains les plus proches sont situés assez proches des futurs équipements

La zone est déjà fortement impactée par le trafic du RER B mais la gare sera très proche des riverains et impactera une zone verte (parc de la mairie de Chelles). Après travaux, il sera donc souhaitable de réhabilité cette zone de détente et de la préserver d'une augmentation de bruit.

A noter enfin les projets d'urbanisation autour de la gare qui pourraient induire une augmentation de charroi piétons et routier [45]

- **Sensibilité de la gare par rapport au bruit : Moyenne à forte**

Figure 7.5-35 : Carte de sensibilité des voiries autour de la gare de Chelles

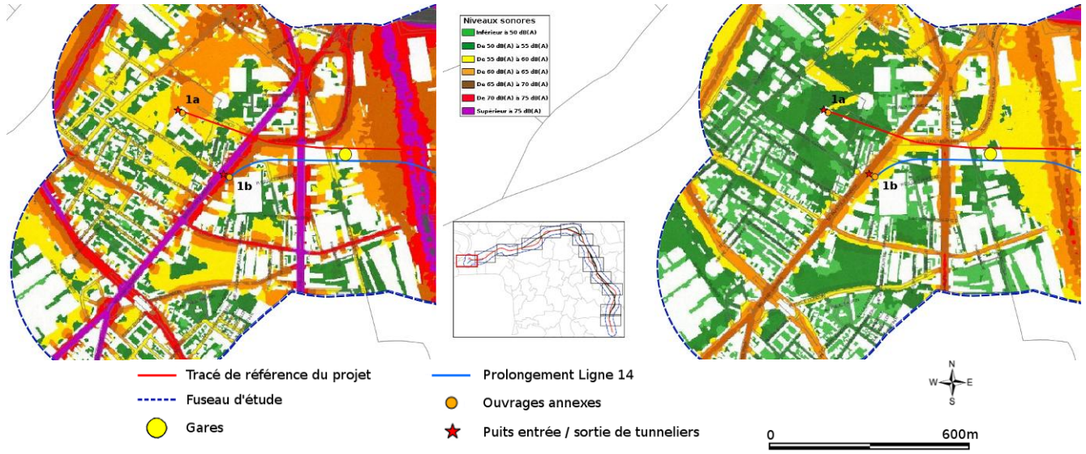
- **Zones calmes à protéger**

La gare de Chelles est située en partie dans le parc de la Mairie, zone de parc à protéger d'une augmentation de bruit ambiant pour préserver les lieux de ressourcement du quartier.

[45] *Etude d'insertion de la gare de Chelles -études préalables Lot4-MS20-GAR-FAI-Chelles-Synthèse*

Synthèse des impacts sonores pour les puits de ventilation

Avant Saint Denis Pleyel



Saint Denis Pleyel						
Puits	**Localisation**	**Distance riverains (m)**	**LAeq initial**		**Emergences réglementaires associées (dBA)**	
			LDEN	**LN**	**JOUR**	**NUIT**
1a (-)	Terrain vague bd. Finot, Saint Ouen	60	60	50	5	3
1b (-)	Boulevard Anatole France	10	70	60		

Figure 7.5-36 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits avant Saint-Denis Pleyel et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (*SOURCE : géoportail93.fr)*

- **Impacts de la phase chantier :**

Tableau 7.5-30 : Incidences sonores des phases chantier – avant Saint-Denis Pleyel

Incidences sonores des phases de chantier		
Phase de travaux	**Puits considérés**	
	1a	**1b**
Destruction / Terrassement / Gros œuvre		
Second œuvre		
Charroi		

- **Impacts en phase d'exploitation :**

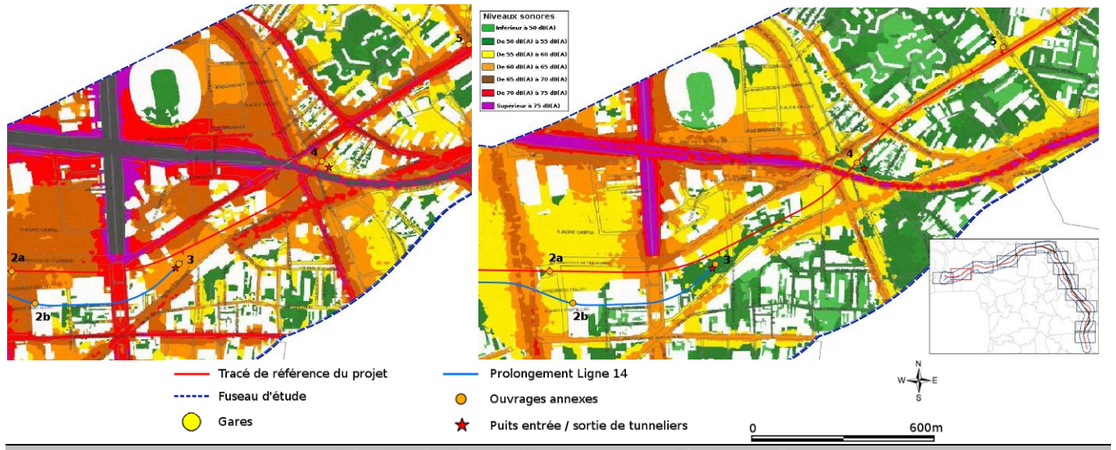
Tableau 7.5-31 : Incidences sonores en phase d'exploitation – avant Saint-Denis Pleyel

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés	
	1a	**1b**
Incidence au droit des riverains les plus proches		

- **Zones calmes à protéger**

Pas de zone calme à protéger dans l'environnement proche des puits de ventilation.

Entre Saint Denis Pleyel et La Courneuve « Six Routes »



Saint Denis Pleyel - La Courneuve "Six Routes"						
Puits	**Localisation**	**Distance riverains (m)**	**LAeq initial**		**Emergence réglementaire associées (dBA)**	
			LDEN	**LN**	**JOUR**	**NUIT**
2a (-)	Rue des Cheminots, Saint Denis	50	60	55	5	3
2b (-)	Parc rue des Cheminots, Saint Denis	40	60	55		
3 (-)	Rue Francis de Pressensé, Saint Denis	> 100	65	55		
4 (-)	Chemin du Haut Saint Denis, Aubervilliers	30	60	55		
5 (-)	Rue de Genève, Saint Denis	40	65	55		

Figure 7.5-37 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits entre Saint-Denis Pleyel et La Courneuve « Six Routes » et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (*SOURCE : géoportail93.fr)*

- **Impacts de la phase chantier :**

Tableau 7.5-32 : Incidences sonores des phases chantier – entre Saint-Denis Pleyel et La Courneuve « Six Routes »

Incidences sonores des phases de chantier						
Phase de travaux	**Puits considérés**					
	2a	**2b**	**3**	**4**	**5**	
Destruction / Terrassement / Gros œuvre						
Second œuvre						
Charroi						

- **Impacts en phase d'exploitation :**

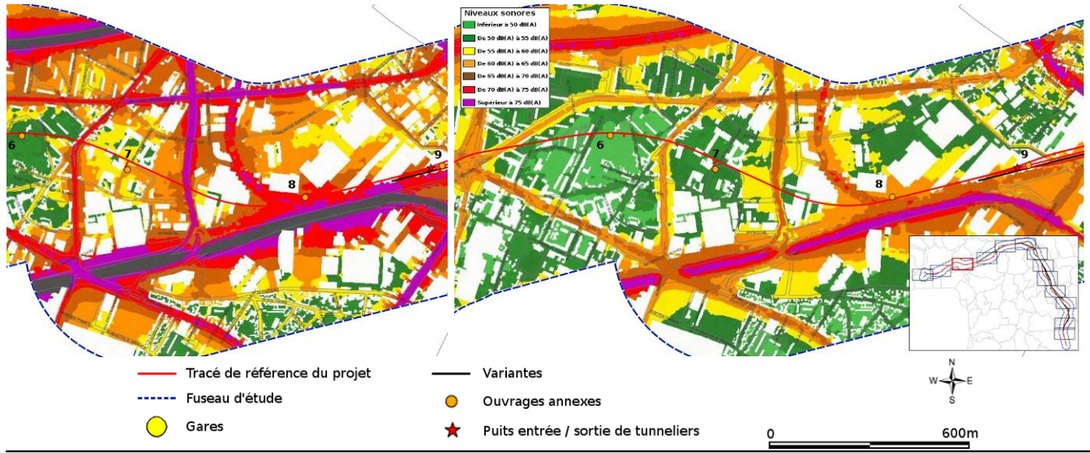
Tableau 7.5-33 : Incidences sonores en phase d'exploitation – entre Saint-Denis Pleyel et La Courneuve « Six Routes »

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés				
	2a	**2b**	**3**	**4**	**5**
Incidence au droit des riverains les plus proches					

- **Zones calmes à protéger**

La cité des Francs Moisins à proximité du puits 5 représente une zone calme avec des niveaux sonores LDEN et LN plutôt faibles (< 55 dB(A)).

Entre La Courneuve « Six Routes » et Le Bourget RER



La Courneuve "Six Routes" – Le Bourget RER						
Puits	**Localisation**	**Distance riverains (m)**	**LAeq initial**		**Emergences réglementaires associées (dBA)**	
			LDEN	**LN**	**JOUR**	**NUIT**
6 (-)	Avenue de la République, La Courneuve	20	50	50	5	3
7 (-)	Rue Dulcie September, La Courneuve	20	55	50		
8 (-)	Zone industrielle, La Courneuve	> 100	65	60		
9 (-)	Rue de Verdun, Le Bourget	10	70	60		

Figure 7.5-38 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits entre La Courneuve « Six Routes » et Le Bourget RER et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (*SOURCE : géoportail93.fr)*

- **Impacts de la phase chantier :**

Tableau 7.5-34 : Incidences sonores des phases chantier – entre La Courneuve « Six Routes » et Le Bourget RER

Incidences sonores des phases de chantier				
Phase de travaux	**Puits considérés**			
	6	**7**	**8**	**9**
Destruction / Terrassement / Gros œuvre				
Second œuvre				
Charroi				

- **Impacts en phase d'exploitation :**

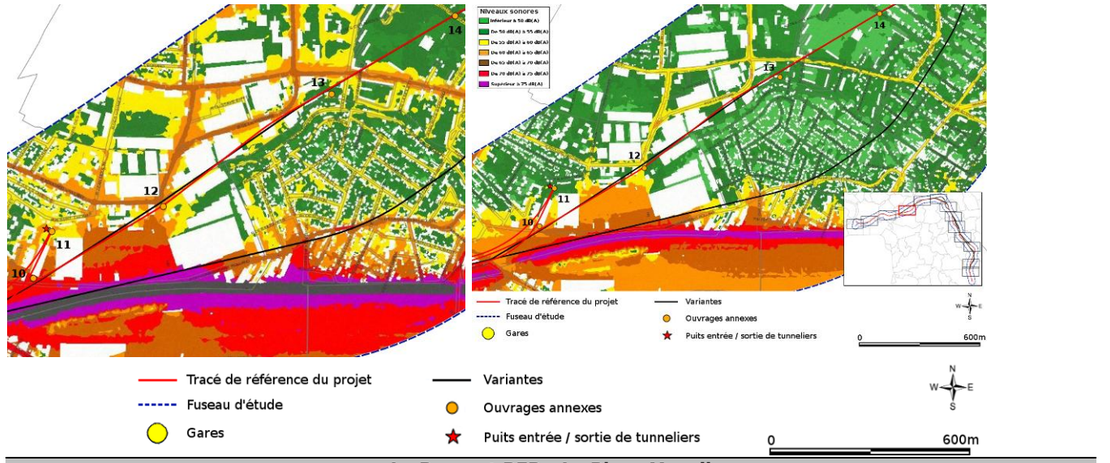
Tableau 7.5-35 : Incidences sonores en phase d'exploitation – entre La Courneuve « Six Routes » et Le Bourget RER

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés			
	6	**7**	**8**	**9**
Incidence au droit des riverains les plus proches				

- **Zones calmes à protéger**

Le puits 6 se trouve à moins de 400m du Parc Georges Valbon.

Entre Le Bourget RER et Le Blanc Mesnil



Le Bourget RER - Le Blanc Mesnil						
Puits	**Localisation**	**Distance riverains (m)**	**LAeq initial**		**Emergences associées réglementaires (dBA)**	
			LDEN	**LN**	**JOUR**	**NUIT**
10 (-)	Parking rue du Cdt. Rolland, Le Bourget	40	70	65	5	3
11 (-)	Terrain vague, rue Edgar Quinet, Le Bourget	20	55	50		
12 (-)	Terrain vague, rue Edouard Vaillant, Blanc Mesnil	> 100	60	50		
13 (-)	Parking industrielle, av. Charles Floquet, Blanc Mesnil	40	50	50		
14 (-)	Rue Victor Hugo, Blanc Mesnil	30	50	50		

Figure 7.5-39 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits entre Le Bourget RER et Le Blanc Mesnil et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (SOURCE : géoportail93.fr)

- **Impacts de la phase chantier :**

Tableau 7.5-36 : Incidences sonores des phases chantier – entre Le Bourget RER et Le Blanc Mesnil

Incidences sonores des phases de chantier					
Phase de travaux	**Puits considérés**				
	10	**11**	**12**	**13**	**14**
Destruction / Terrassement / Gros œuvre					
Second œuvre					
Charroi					

- **Impacts en phase d'exploitation :**

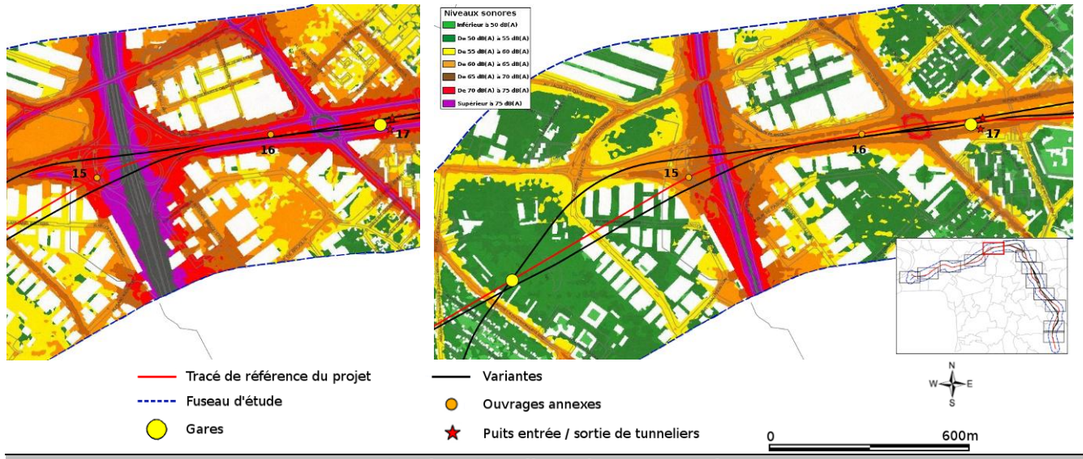
Tableau 7.5-37 : Incidences sonores en phase d'exploitation – entre Le Bourget RER et Le Blanc Mesnil

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés				
	10	**11**	**12**	**13**	**14**
Incidence au droit des riverains les plus proches					

- **Zones calmes à protéger**

Pas de zone calme à protéger dans l'environnement proche des puits de ventilation.

Entre le Blanc Mesnil et Aulnay-sous-Bois



Le Blanc Mesnil – Aulnay-sous-Bois						
Puits	**Localisation**	**Distance riverains (m)**	**LAeq initial**		**Emergences réglementaires associées (dBA)**	
			LDEN	**LN**	**JOUR**	**NUIT**
15 (-)	A l'est du rond-point Pablo Neruda, Blanc Mesnil	> 100	70	65	5	3
16 (-)	Terre-plein, carrefour de l'Europe, Aulnay-sous-Bois	>100	70	60		
17 (-)	Terre-plein, bd. Marc Chagall, Aulnay-sous-Bois	80	65	60		

Figure 7.5-40 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits entre Le Blanc Mesnil et Aulnay-sous-Bois et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (*SOURCE : géoportail93.fr*)

- **Impacts de la phase chantier**

Tableau 7.5-38 : Incidences sonores des phases chantier – entre Le Blanc Mesnil et Aulnay-sous-Bois

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	**Puits considérés**		
	15	**16**	**17**
Destruction / Terrassement / Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			

- **Impacts en phase d'exploitation**

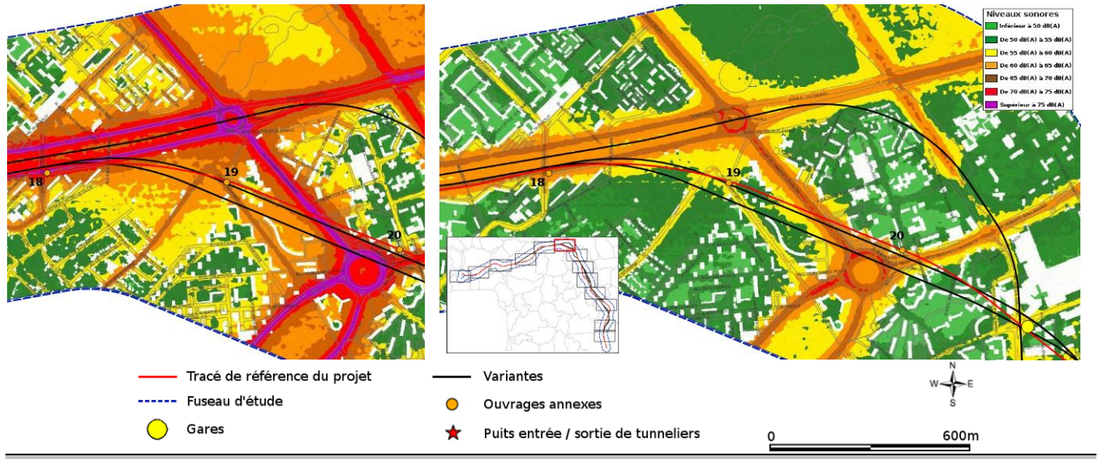
Tableau 7.5-39 : Incidences sonores en phase d'exploitation – entre Le Blanc Mesnil et Aulnay-sous-Bois

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés		
	15	**16**	**17**
Incidence au droit des riverains les plus proches			

- **Zones calmes à protéger**

Le puits 15 se trouve environ 500m du Parc Jean Duclos et le puits 17 à moins de 350m du Parc Robert Ballanger.

Entre Aulnay-sous-Bois et Sevran Beaudottes



Aulnay-sous-Bois – Sevran Beaudottes						
Puits	**Localisation**	**Distance riverains (m)**	**LAeq initial**		**Emergences réglementaires associées (dBA)**	
			LDEN	**LN**	**JOUR**	**NUIT**
18 (-)	Parking, allée des Nénuphars, Aulnay-sous-Bois	30	70	60	5	3
19 (-)	Rondpoint, rue Claude Debussy, Aulnay-sous-Bois	70	65	55		
20 (-)	Rue du Docteur Fleming, Aulnay-sous-Bois	30	60	50		

Figure 7.5-41 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits entre Aulnay-sous-Bois et Sevran Beaudottes et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (*SOURCE : géoportail93.fr*)

- **Impacts de la phase chantier**

Tableau 7.5-40 : Incidences sonores des phases chantier – entre Aulnay-sous-Bois et Sevran Beaudottes

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	**Puits considérés**		
	18	**19**	**20**
Destruction / Terrassement / Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			

- **Impacts en phase d'exploitation**

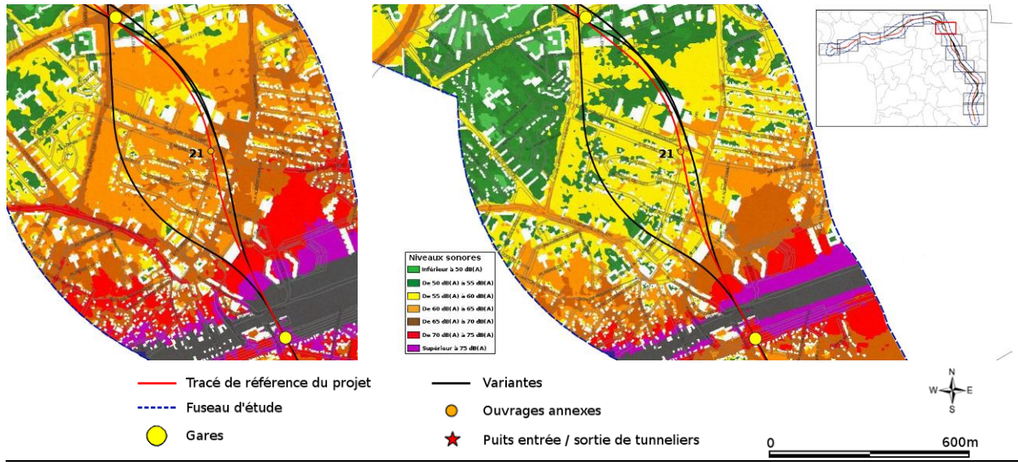
Tableau 7.5-41 : Incidences sonores en phase d'exploitation – entre Aulnay-sous-Bois et Sevran Beaudottes

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés		
	18	**19**	**20**
Incidence au droit des riverains les plus proches			

- **Zones calmes à protéger**

Le puits 19 se trouve à moins de 300m du Parc Départemental du Sausset.

Entre Sevran Beaudottes et Sevran Livry



Sevran Beaudottes - Sevran Livry						
Puits	Localisation	Distance riverains (m)	LAeq initial		Emergences réglementaires associées (dBA)	
			LDEN	LN	JOUR	NUIT
21 (-)	Parking entreprise, rue Henri Becquerel, Sevran	15	60	55	5	3

Figure 7.5-42 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits entre Sevran Beaudottes et Sevran Livry et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires – Période Lden et Lnight (*SOURCE : géoportail93.fr)*

- **Impacts de la phase chantier**

Tableau 7.5-42 : Incidences sonores des phases chantier – entre Sevran Beaudottes et Sevran Livry

Incidences sonores des phases de chantier	
Phase de travaux	Puits considérés 21
Destruction / Terrassement / Gros œuvre	
Second œuvre	
Charroi	

- **Impacts en phase d'exploitation**

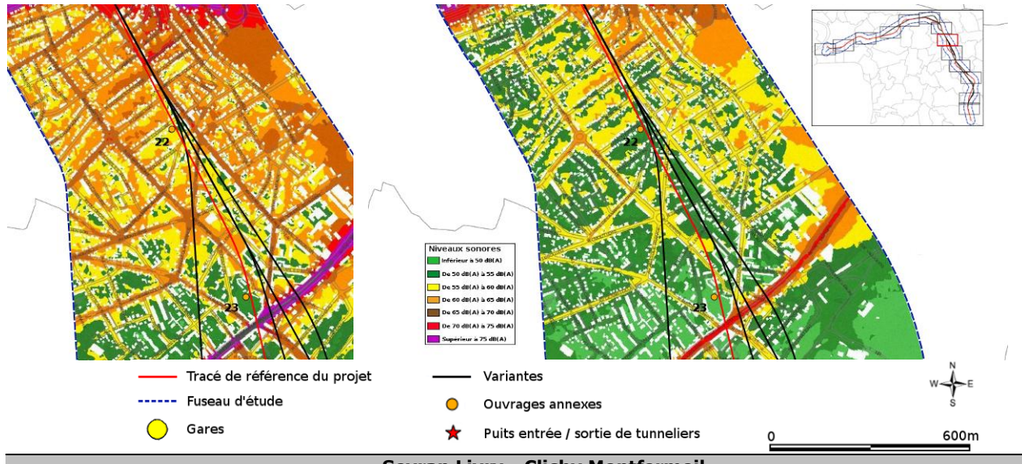
Tableau 7.5-43 : Incidences sonores en phase d'exploitation – entre Sevran Beaudottes et Sevran Livry

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés 21
Incidence au droit des riverains les plus proches	

- **Zones calmes à protéger**

Pas de zone calme à protéger dans l'environnement proche des puits de ventilation.

Entre Sevran Livry et Clichy Montfermeil – partie 1



Sevran Livry - Clichy Montfermeil						
Puits	Localisation	Distance riverains (m)	LAeq initial		Emergences réglementaires associées (dBA)	
			LDEN	LN	JOUR	NUIT
22 (-)	Rue de Touraine, Sevran	10	55	50	5	3
23 (-)	Jardin, rue Graffan, Livry Gargan	20	50	<50		

Figure 7.5-43 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits entre Sevran Livry et Clichy Montfermeil et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires (partie 1) – Période Lden et Lnight (*SOURCE : géoportail93.fr)*

- **Impacts de la phase chantier**

Tableau 7.5-44 : Incidences sonores des phases chantier – entre Sevran Livry et Clichy Montfermeil

Incidences sonores des phases de chantier		
Phase de travaux	Puits considérés 22	23
Destruction / Terrassement / Gros œuvre		
Second œuvre		
Charroi		

- **Impacts en phase d'exploitation**

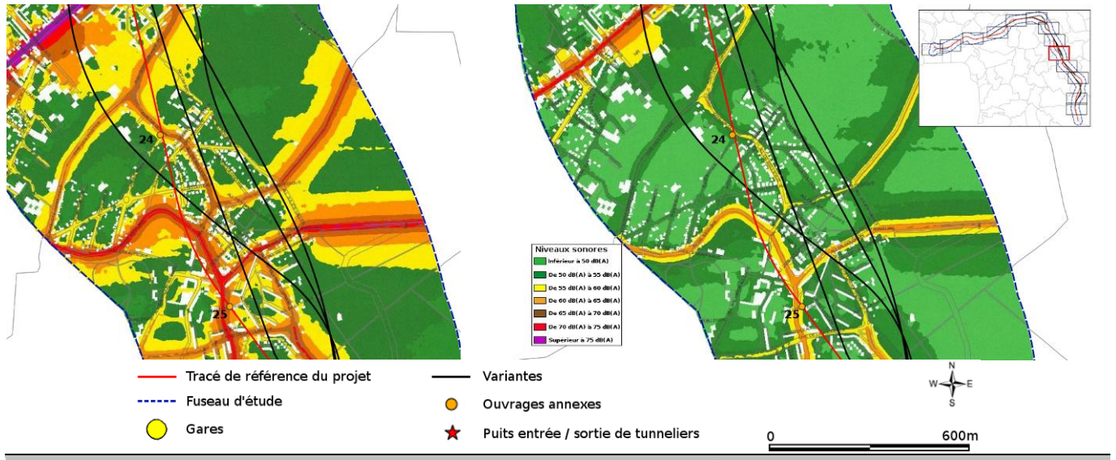
Tableau 7.5-45 : Incidences sonores en phase d'exploitation – entre Sevran Livry et Clichy Montfermeil

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés 22	23
Incidence au droit des riverains les plus proches		

- **Zones calmes à protéger**

Pas de zone calme à protéger dans l'environnement proche des puits de ventilation.

Entre Sevran Livry et Clichy Montfermeil – partie 2



Sevran Livry – Clichy Montfermeil						
Puits	**Localisation**	**Distance riverains (m)**	**LAeq initial**		**Emergences associées réglementaires (dBA)**	
			LDEN	**LN**	**JOUR**	**NUIT**
24 (-)	Terrain vague, chemin de Clichy, Clichy-sous-Bois	30	60	50	5	3
25 (-)	Parking, allée de Gagny, Clichy-sous-Bois	30	60	55		

Figure 7.5-44 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits entre Sevran Livry et Clichy Montfermeil et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires (partie 2) – Période Lden et Lnight (*SOURCE : géoportail93.fr)*

- **Impacts de la phase chantier**

Tableau 7.5-46 : Incidences sonores des phases chantier – entre Sevran Livry et Clichy Montfermeil

Incidences sonores des phases de chantier		
Phase de travaux	**Puits considérés**	
	24	**25**
Destruction / Terrassement / Gros œuvre		
Second œuvre		
Charroi		

- **Impacts en phase d'exploitation**

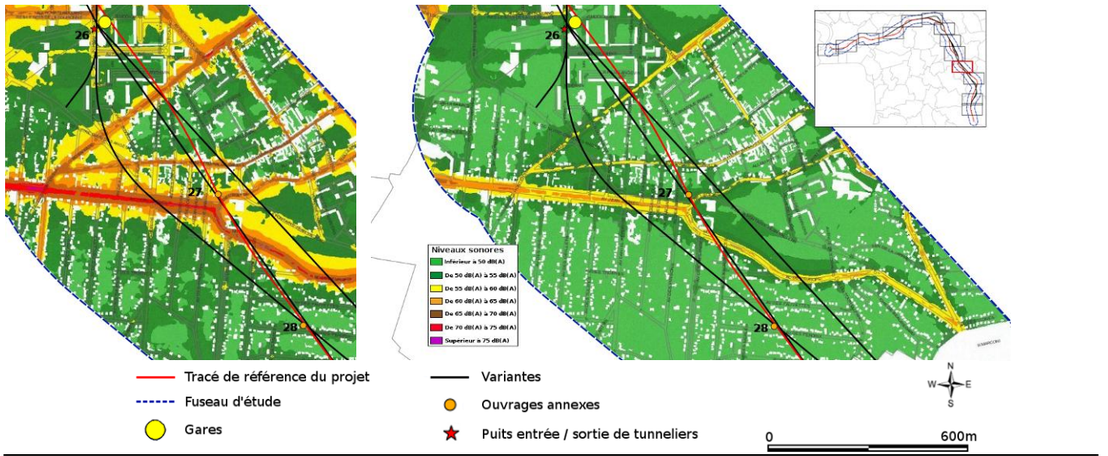
Tableau 7.5-47 : Incidences sonores en phase d'exploitation – entre Sevran Livry et Clichy Montfermeil

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés	
	24	**25**
Incidence au droit des riverains les plus proches		

- **Zones calmes à protéger**

Bois de la Couronne, forêt de Bondy et aqueduc de la Dhuis se trouvent à proximité des puits.

Entre Clichy Montfermeil et Chelles – partie 1



Clichy Montfermeil - Chelles						
Puits	**Localisation**	**Distance riverains (m)**	**LAeq initial**		**Emergences associées réglementaires (dBA)**	
			LDEN	**LN**	**JOUR**	**NUIT**
26 (-)	Allée Anatole France, Clichy-sous-Bois	10	50	50	5	3
27 (-)	Terrain vague, av. des Abricots, Montfermeil	15	60	50		
28 (-)	Jardin, avenue des Perdrix, Montfermeil	10	50	<50		

Figure 7.5-45 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits entre Clichy Montfermeil et Chelles et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires (partie 1) – Période Lden et Lnight (*SOURCE : géoportail93.fr)*

- **Impacts de la phase chantier**

Tableau 7.5-48 : Incidences sonores des phases chantier – entre Clichy Montfermeil et Chelles

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	**Puits considérés**		
	26	**27**	**28**
Destruction / Terrassement / Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			

- **Impacts en phase d'exploitation**

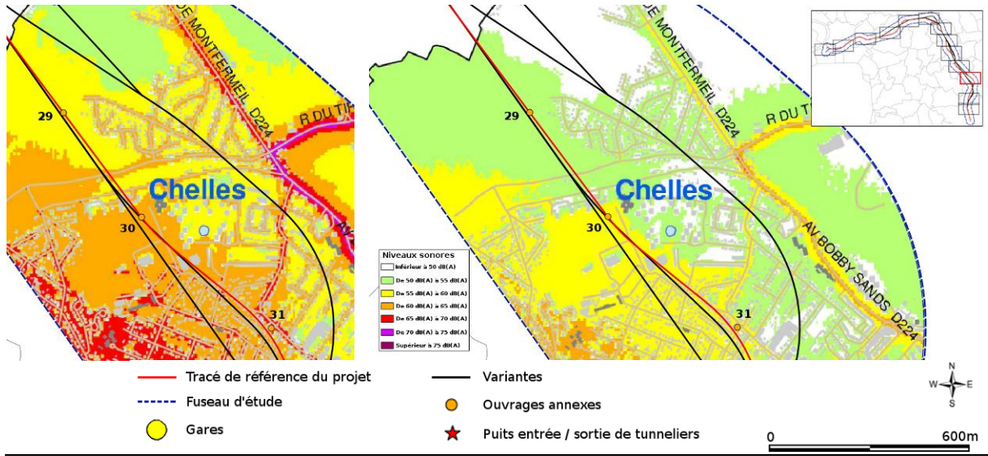
Tableau 7.5-49 : Incidences sonores en phase d'exploitation –Clichy Montfermeil - Chelles

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés		
	26	**27**	**28**
Incidence au droit des riverains les plus proches			

- **Zones calmes à protéger**

Pas de zone calme à protéger dans l'environnement proche des puits de ventilation.

Entre Clichy Montfermeil et Chelles – partie 2



Clichy Montfermeil - Chelles						
Puits	**Localisation**	**Distance riverains (m)**	**LAeq initial**		**Emergences réglementaires associées (dBA)**	
			LDEN	**LN**	**JOUR**	**NUIT**
29 (-)	Zone nat., Chemin de la Peau Grasse, Montfermeil	>100	55	50	5	3
30 (-)	Terrain de sport, rue des Sources, Chelles	60	60	55		
31 (-)	Rue Gasnier Guy, Chelles	10	60	55		

Figure 7.5-46 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits entre Clichy Montfermeil et Chelles et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires (partie 2) – Période Lden et Lnight (*SOURCE : bruit.seine-et-marne.fr)*

- **Impacts de la phase chantier**

Tableau 7.5-50 : Incidences sonores des phases chantier – -Clichy Montfermeil - Chelles

Incidences sonores des phases de chantier			
Phase de travaux	**Puits considérés**		
	29	**30**	**31**
Destruction / Terrassement / Gros œuvre			
Second œuvre			
Charroi			

- **Impacts en phase d'exploitation**

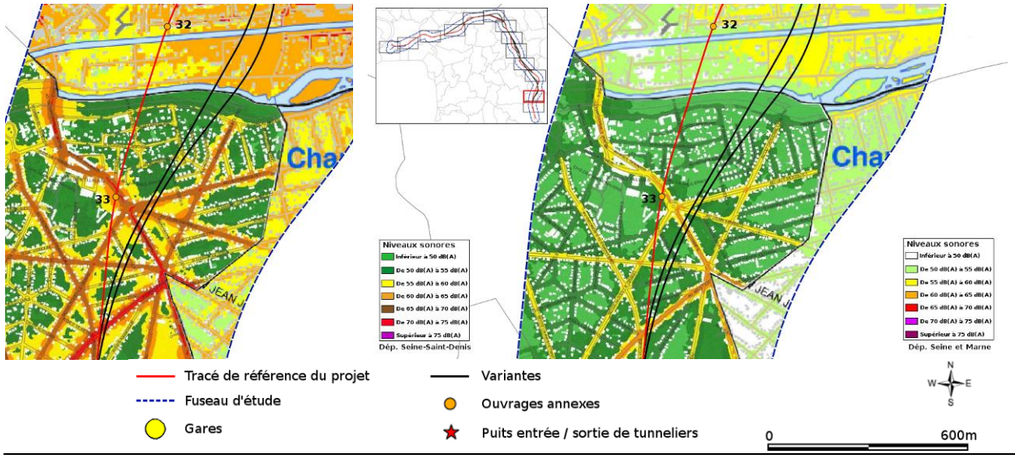
Tableau 7.5-51 : Incidences sonores en phase d'exploitation – Clichy Montfermeil- Chelles

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés		
	29	**30**	**31**
Incidence au droit des riverains les plus proches			

- **Zones calmes à protéger**

Le puits 29 se trouve dans la zone naturelle Montguichet.

Après Chelles – partie 1



Après Chelles						
Puits	**Localisation**	**Distance riverains (m)**	**LAeq initial**		**Emergences réglementaires associées (dBA)**	
			LDEN	**LN**	**JOUR**	**NUIT**
32 (-)	Parking, rue Victor Hugo, Chelles	10	60	50	5	3
33 (-)	Av. Paul Doumer, Gournay-sur-Marne	35	60	55		

Figure 7.5-47 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits après Chelles et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires (partie 1) – Période Lden et Lnight (*SOURCE : géoportail93.fr & bruit.seine-et-marne.fr)*

- **Impacts de la phase chantier**

Tableau 7.5-52 : Incidences sonores des phases chantier – après Chelles

Incidences sonores des phases de chantier		
Phase de travaux	**Puits considérés**	
	32	**33**
Destruction / Terrassement / Gros œuvre		
Second œuvre		
Charroi		

- **Impacts en phase d'exploitation**

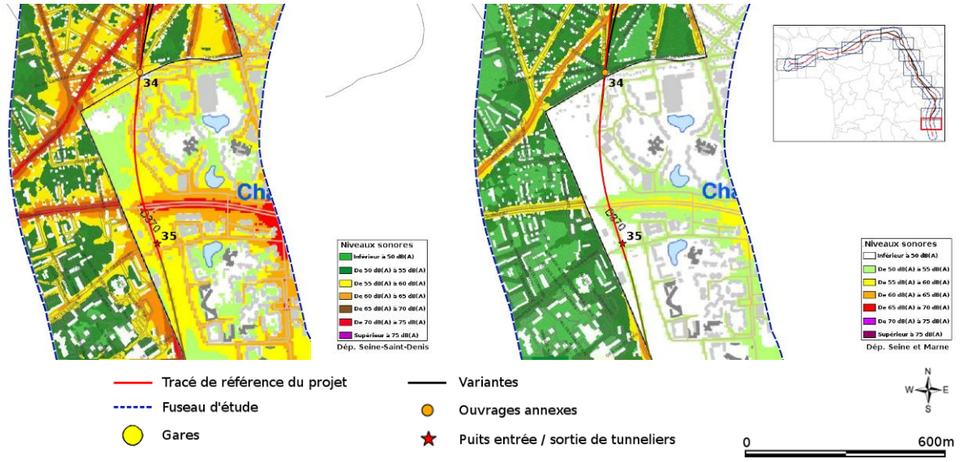
Tableau 7.5-53 : Incidences sonores en phase d'exploitation – après Chelles

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés	
	32	**33**
Incidence au droit des riverains les plus proches		

- **Zones calmes à protéger**

Pas de zone calme à protéger dans l'environnement proche des puits de ventilation.

Après Chelles – partie 2



Après Chelles						
Puits	**Localisation**	**Distance riverains (m)**	**LAeq initial**		**Emergences réglementaires associées (dBA)**	
			LDEN	**LN**	**JOUR**	**NUIT**
34 (-)	Rond-point, bd. Du Bel Air et rue des Glycines, G.-sur-Marne	20	55	50	5	3
35 (-)	Entre voie primaire nord et bd. de Nesle, Ch.-sur-Marne	> 100	55	50		

Figure 7.5-48 : Extraits des cartes de bruit routier et ferroviaire existant pour les puits après Chelles et tableau des riverains les plus proches avec émergences réglementaires (partie 2) – Période Lden et Lnight (*SOURCE : géoportail93.fr & bruit.seine-et-marne.fr)*

- **Impacts de la phase chantier**

Tableau 7.5-54 : Incidences sonores des phases chantier – après Chelles

Incidences sonores des phases de chantier		
Phase de travaux	**Puits considérés**	
	34	**35**
Destruction / Terrassement / Gros œuvre		
Second œuvre		
Charroi		

- **Impacts en phase d'exploitation**

Tableau 7.5-55 : Incidences sonores en phase d'exploitation – après Chelles

Incidences sonores de la phase exploitation (pour 1 niveau de bruit de 60 dB(A) à 1m des grilles	Puits considérés	
	34	**35**
Incidence au droit des riverains les plus proches		

- **Zones calmes à protéger**

Pas de zone calme à protéger dans l'environnement proche des puits de ventilation.

7.5.5.2 Synthèse des mesures

Phase chantier

- **Mesures applicables partout**

L'ensemble des mesures d'évitement émises pour la phase chantier sont à prendre en compte pour l'ensemble des emprises de chantier du projet. Elles sont détaillées au chapitre 7.5.2.3 et listées pour rappel ci-dessous.

E01 : Fixation stricte des horaires, gestion du planning et durée des travaux

E02 : Choix des méthodes de construction les moins bruyantes

E03 : Mesures d'évitement au niveau de l'emprise du chantier (aménagement du chantier, localisation des sources, topographie de l'emprise…)

E04 : Choix des engins et équipements les moins bruyants

E05 : Choix des transports fluvial ou ferroviaire pour l'évacuation des déblais et/ou l'approvisionnement en matières premières

Enfin les mesures **R04 : Bruit auprès des travailleurs et S01 à S04 relatives aux mesures de suivi sont** également applicables à l'ensemble des chantiers.

Voir aussi Tableau 7.5-56 : Tableau récapitulatif des mesures de réduction proposées pour le volet bruit.

- **Mesures spécifiques**

Pour l'ensemble des chantiers pour lesquels un risque d'impacts sonores forts à très forts a été diagnostiqué, une campagne de mesures préalable devra être réalisée pour définir de manière précise les niveaux de bruits à respecter de jour et/ou de nuit (si applicable).

En fonction de ces derniers, les mesures spécifiques seront déterminées et dimensionnées correctement de manière à respecter le Décret 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage. Les mesures spécifiques sont détaillées au chapitre 7.5.2.3 et listées pour rappel ci-dessous :

R01 : Mise en place de panneaux anti-bruits autour de la zone d'emprise du chantier

R02 : Enfermer ou isoler les équipements fixes utilisés à l'aide de capotages, écrans acoustiques et/ou silencieux adaptés selon l'équipement considéré.

R03 : Mesures de réduction relatives au charroi routier généré par le chantier et les livraisons/chargements de matériaux

Voir aussi Tableau 7.5-56 : Tableau récapitulatif des mesures de réduction proposées pour le volet bruit.

Phase exploitation

- **Mesures applicables pour l'ensemble du réseau**

E06 : Actions sur le matériel roulant

E07 : Actions sur les infrastructures ferroviaires

- **Mesures applicables à l'ensemble des puits de ventilation et équipements techniques des gares**

E08 : Optimisation au niveau du choix des équipements

E09 : Définir une distance minimum entre zone d'habitations et les puits de ventilation

R05 : Mise en place de solutions anti-bruit type silencieux, grilles acoustiques, murs anti-bruit, capotages…pour les puits de ventilations et les équipements techniques

Les puits de ventilation seront tous équipés de silencieux à baffles parallèles directement intégrés dans les rameaux ou trémies de ventilation.

Les équipements techniques prévus dans les gares ne sont quant à eux pas encore définis mais le bruit qu'ils génèrent sera réduit par des silencieux à baffles parallèles ou circulaire, par des écrans anti-bruits ou capotages selon le type d'équipement considérés et les objectifs à atteindre.

Les solutions anti-bruits mises en œuvre devront être dimensionnées de manière à respecter le Décret 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage. La définition précise des exigences réglementaires ne peuvent être fixées à ce jour car nécessitent 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, devra être réalisée pour chaque ouvrage accueillant un équipement ou une activité susceptible de générer du bruit.

R06 : Utiliser des écrans végétalisés pour cacher les puits de ventilation

Voir aussi Tableau 7.5-56 : Tableau récapitulatif des mesures de réduction proposées pour le volet bruit.

Mesures spécifiques pour les zones calmes

Les impacts sonores liés au projet peuvent aussi être compensés en organisant l'espace urbain de telle sorte à préserver/développer un maximum de zones calme aux alentours des zones de développement urbain liées au projet.

Concrètement il s'agit donc de combiner les mesures MC01 et MC06 détaillées dans le chapitre 7.5.5.2 et rappelées dans le Tableau 7.5-57 : Tableau récapitulatif des mesures compensatoires proposées pour la création, le maintien ou le développement des zones calmes ci-après.

Les zones potentiellement concernées par ce type de mesure sont les suivantes (liste non exhaustive) :

- Le Parc jean Duclos au Blanc-Mesnil
- Le parc de la Butte Verte et le bois de la Grange à Noisy-Champs
- La zone naturelle de Montguichet à Montfermeil et à Chelles
- Le terrain vague situé entre la rue du Commandant Rolland et la rue Jean Monnet au Bourget
- Le quartier de la gare d'Aulnay sous-bois qui est actuellement très impacté (possibilité de création de zones calmes en intérieur d'îlot)
- Le Chemin des Parcs situé le long de la RD40 à Aulnay (réduction du bruit routier très important sur le chemin des parcs)
- Le Parc du Sausset (possibilité d'agir sur la circulation routière et/ou mis en place solutions anti-bruits pour l'autoroute A104 située au nord du Parc)
- Quartier de la gare de Sevran-Livry (réduction possible du bruit induit par le RER)
- Les sites Natura 2000 du parc forestier national de Sevran et du Bois de la Tussion situés à environ 500m de la gare de Sevran-Livry (Réduction du bruit induit par le RER)
- Parc des sports Alfred Marcel Vincent (réaménagement de l'entrée et/ou action sur la N3)
- Le parc Roger Badier et le Parc des Sœurs à Sevran
- Le parc de la ferme Montceleux à Sevran,
- La forêt régionale de Bondy (site Natura 2000) en agissant sur le trafic routier du boulevard Hardy, de la D129 et/ou de la D136
- Le parc Jean-Valjean / l'Arboretum à Montfermeil (action sur le trafic routier du boulevard de l'Europe)
- Le parc du Fort de Chelles
- Le Parc Robert Ballanger à Aulnay-sous-Bois

Ainsi que tous les squares et jardins privés qui font l'objet d'implantation d'un puits de ventilation.

Légendes

Impact assez positif	+
Impact positif	++
Impact très positif	+++

Tableau 7.5-56 : Tableau récapitulatif des mesures de réduction proposées pour le volet bruit

Tableau: Synthèse des mesures de réduction proposées pour le volet bruit				
	Sources concernées	***Mesures proposées***	***Mesures concernées***	***Impacts à prévoir***
		Mettre en place des horaires bien définis et bien gérer le planning Limiter la durée du chantier	E01	++ à +++
Phase Chantier	**Chantier**	Choisir les méthodes les moins bruyantes	E02	++ à +++
		Réduire les emprises du chantier / Bien localiser les sources de bruit	E03	+ à ++
		Choisir les équipements les moins bruyants	E04	++ à +++
		Choix des transports fluvial ou ferroviaire pour l'évacuation des déblais et/ou l'approvisionnement en matières premières	E05	++ à +++
		Mettre en place panneaux anti-bruits autour de l'emprise	R01	+ à ++
		Enfermer ou isoler les équipements fixes utilisés à l'aide de capotages, écrans acoustiques et/ou silencieux adaptés selon l'équipement considéré.	R02	++ à +++
		Actions sur le charroi	R03	+ à ++
		Mettre en place un plan de communication	S01	+ à ++
		Monitoring acoustique pendant les travaux les plus bruyants	S02	+ à ++
		Sensibiliser les travailleurs au bruit	R04 / S03	+ à ++
		Mettre en place une démarche environnementale pour un chantier à faibles nuisances	S04	++ à +++
Phase Exploitation	**Métro en souterrain**	Actions sur le matériel ferroviaire (freins composites, équipements anti-vibratiles, pneumatique pour réduire vibrations…)	E06	+
		Prévoir des infrastructures sur systèmes anti-vibratiles aux endroits les plus sensibles	E07	+ à ++
		Faire une bonne maintenance des rails et du matériel	E07	++ à +++
Phase Exploitation	**Ouvrages annexes :** **Puits de ventilation /** **Sites de maintenances** **Gares (équipements)**	Choisir les équipements les moins bruyants	E08	++ à +++
		Définir une distance minimum entre les ouvrages annexes et les riverains	E09	+ à ++
		Réduire le bruit des équipements	R05	+ à ++
		Utiliser la végétation ou autre support esthétique pour « cacher » les sources de bruits (effet psycho-acoustique)	R06	+

Légendes

Impact assez positif	+
Impact positif	++
Impact très positif	+++

Tableau 7.5-57 : Tableau récapitulatif des mesures compensatoires proposées pour la création, le maintien ou le développement des zones calmes

Tableau: Synthèse des mesures compensatoires proposées pour le volet bruit				
Type de mesure	***Sources concernées***	***Mesures proposées***	***Mesures concernées***	***Impacts à prévoir***
Mesures compensatoires	Zones calmes	Réaménager dans leur totalité les espaces verts endommagés ou détruits pendant la phase chantier	MC01	+ à ++
		Fixer des objectifs plus contraignants pour les puits de ventilation et équipements situés à proximité de zones calmes et/ou espaces verts	MC02	+
		Utiliser des écrans végétalisés pour cacher les puits de ventilation implantés dans des zones vertes	MC03	+
		Créer / développer des zones de calmes	MC04	+++
		Modification de la configuration de certaines routes / voie ferrée	MC05	+ à ++
		Mettre en place des plans de circulation, Agir sur les flux comme limiter les vitesses sur certains axes, interdire la circulation aux poids lourds sur les axes où l'on veut une réduction du bruit, Remplacer les revêtements vétustes par des revêtements drainant…		
		Ecran acoustique ou butte de terre le long des voies		
		Organiser les bâtiments par rapport à la source de bruit en fonction de leur destination	MC06	++
		Définir des gabarits pour les nouveaux bâtiments situés à proximité des routes et/ou des voies de métro en aérien		

7.5.6 Synthèse des impacts à l'échelle du Grand Paris Express

7.5.6.1 Impacts directs du projet en phase d'exploitation

Un tracé en souterrain peu bruyant et largement majoritaire sur l'ensemble du réseau

Le choix d'insertion du métro en souterrain est propice à un moindre impact sonore du métro sur les riverains, soit une gêne potentielle réduite pour une très grande majorité du tracé puisque seules quelques rares portions en insertion aériennes sont encore prévues au niveau de la ligne 17 et 18.

En effet, en insertion souterraine, le métro n'a pas d'impact sonore si les vibrations sont bien traitées et évitent une régénération de bruit dans les logements («bruits solidiens »).

Les sites de maintenance, équipements techniques et puits de ventilation

En phase exploitation, le projet de métro aura peu d'impacts sonores à partir du moment où les équipements techniques sont bien maîtrisés. Les enjeux relatifs au bruit sont donc faibles pour la phase d'exploitation mais nécessite néanmoins des études acoustiques spécifiques à chaque ouvrage pour dimensionner correctement les traitements acoustiques à apporter au niveau des équipements techniques (Silencieux, capotages, écrans anti-bruits…), de manière à ce que ces derniers respectent l'émergence limite fixée pour la période de nuit. Pour les sites de maintenance, l'isolement des bâtiment doit également être étudié.

7.5.6.2 Impacts directs du projet en phase de chantier

Comme tout chantier d'envergure, la réalisation des travaux produira des nuisances sonores pour les riverains. Les sources de bruits les plus gênantes sont constituées par les engins et les équipements de chantier ainsi que le charroi important induit par l'évacuation des déblais.

Les nuisances sonores engendrées par la phase chantier dépendront beaucoup du type, de la localisation et de la surface des emprises ainsi que de la méthode constructive choisie.

Ainsi les travaux à ciel ouvert, en particulier au niveau des points d'attaques des tunneliers, constitueront les chantiers les plus sensibles. Les travaux effectués en souterrain par les tunneliers ou sous dalle pour les gares seront moins gênant car cette méthode de construction réduit fortement l'emprise et la durée du chantier et limite les nuisances sonores.

Les nuisances sonores à prévoir seront donc prépondérantes en phase d'aménagement des emprises et lors des travaux de génie civil.

7.5.6.3 Impacts indirects

Impacts sur le bruit du trafic routier

Le trafic routier constitue la principale source de gêne sonore. Néanmoins le report modal à l'échelle du Grand Paris Express aura un impact sonore négligeable car les variations induites par le projet sur le trafic de référence des grands axes routiers ne sont pas suffisamment importantes pour faire varier de manière significative les niveaux sonores générés.

En effet, pour obtenir une réduction du bruit supérieure à 1 dB(A), seuil de variation minimum perceptible par l'oreille humaine, il faut une diminution de trafic d'au moins 25% sur l'axe étudié, ce qui est difficilement atteignable sur les grands axes routiers où le trafic est très important.

En revanche, les gares du métro automatique vont agir comme des pôles attracteurs, aussi bien des transports publics que des transports privés (rabattement des automobilistes).

D'autre part, les nouvelles activités susceptibles de s'y installer généreront également un trafic supplémentaire sur les voiries locales auquel s'ajoutent les nuisances sonores directes liées au fonctionnement de ces nouvelles infrastructures.

Par conséquent, l'accès aux gares ainsi que le développement des zones à leurs abords risquent d'induire des variations de trafic importantes, soit un impact sonore significatif, en particulier le long des voiries locales de quartier.

Autres impacts sonores indirects

Le développement potentiel de commerces aux alentours des gares peut potentiellement induire l'apparition des sources sonores telles que des équipements techniques, bruits de voisinages (Afflux de piéton, terrasses extérieurs d'établissement HoReCa…), livraisons de poids lourds…

7.5.6.4 Impacts sur les zones calmes

Les zones de calmes ont des propriétés curatives lorsqu'elles sont associées à une zone naturelle : elles diminuent le stress et la fatigue, stimulent les contacts et le développement personnel et favorisent l'exercice physique .

La préservation des zones calmes est donc primordiale pour minimiser l'impact sonore du métro.

Le risque de détérioration des zones calmes en phase de chantier est important en raison des contraintes importantes de place et des sources de bruits présentes sur les chantiers.

En phase d'exploitation, les zones calmes où le métro est en souterrain seront peu impactées sauf localement et faiblement à proximité des puits de ventilation et des gares. Si les traitements anti-bruits sont bien adaptés, l'impact résiduel en phase d'exploitation sera négligeable.

7.6 L'énergie et les émissions de gaz à effet de serre

7.6.1 Energie

7.6.1.1 Rappel des enjeux

L'enjeu principal vis-à-vis des consommations énergétiques sera de parvenir à se libérer de la dépendance face aux énergies fossiles en réduisant les consommations et en se tournant vers les énergies renouvelables. Depuis le Grenelle de l'environnement, l'objectif est, au niveau national, de diminuer de 2% par an les consommations en énergie[46] dès 2015 et de 2,5% par an dès 2030.

En améliorant la mobilité dans les territoires qu'il dessert, le projet 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.

7.6.1.2 Impacts et mesures en phase chantier

Impacts

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

Privilégier le transport fluvial des matériaux et 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 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 important d'en organiser l'évacuation et l'acheminement afin de limiter les distances parcourues et de limiter les impacts. Tout d'abord, il faudra réduire au maximum le parcours sur le réseau routier camions nécessaires pour l'évacuation des déblais et l'acheminement des matériaux de construction, le nombre de ces derniers étant particulièrement conséquent. Ainsi, 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 16 est d'ailleurs plutôt favorable à ce mode de transport au sud. 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).

Effets résiduels et mesures de compensation aux effets résiduels

Il n'y a pas, à proprement parler d'impact résiduel sur les consommations énergétiques. En effet, le report modal de la voiture particulière vers les transports en commun induit par le projet devrait permettre, en phase de fonctionnement, une diminution des consommations énergétiques en Ile-de-France. Cet impact étant permanent, il devrait, non seulement, contrebalancer donc les impacts temporaires des chantiers sur les consommations énergétiques mais aussi, à long terme, permettre de réduire les consommations énergétiques en Ile-de-France.

Mesures de suivi dans le temps

La principale mesure de suivi dans le temps qui sera mise en œuvre réside dans le suivi des chantiers. Le respect des actions prévues dans le planning initial conduira à une maîtrise des évènements et donc des consommations énergétiques associées.

[46] Rapport entre la consommation d'énergie primaire et le PIB.

7.6.1.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation

En phase d'exploitation, les principales consommations énergétiques influencées par le projet sont liées au fonctionnement même du métro ainsi qu'au trafic routier :

- Les besoins nécessaires au fonctionnement du métro sont ceux de la traction, de l'électricité utilisée dans les gares (éclairage, panneaux d'informations…) et les centres de maintenance et de l'énergie utilisée pour chauffer certains de ces locaux.

- Les gains, quant à eux, proviennent essentiellement de la circulation routière. On distingue deux principaux effets : d'une part les gains liés à la réduction des distances parcourues sur le réseau routier au profit des transports en commun, et d'autre part, les gains de consommation réalisés grâce à une augmentation de la vitesse moyenne de circulation sur le réseau routier, due à une diminution de la congestion.

Les différentes consommations énergétiques sont exprimées en tonnes équivalent pétrole afin de pouvoir comparer les sources d'énergie.

Impacts directs : Besoins propres du métro

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[47].

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 rame-kilomètre[48] parcourus (pour connaître le besoin énergétique de la traction), et des surfaces prévisionnelles des gares et des locaux techniques (afin de connaitre les besoins en chauffage et électricité).

A. Besoins énergétiques liés à la traction

La traction des rames est un poste particulièrement important de consommation énergétique des réseaux de métro. L'énergie de traction est généralement exprimée en kilowatts x heure (kWh) par rames x kilomètre. Celle-ci dépend principalement :

- de la taille des rames ;
- de la vitesse de pointe ;
- de la technologie de roulement (sur fer ou sur pneu), le fer offrant une résistance inférieure au déplacement ;
- de l'efficacité de récupération d'énergie des trains, et de la ligne : le matériel roulant récent permettant une récupération d'énergie de l'ordre de 40 % de l'énergie nécessaire (essentiellement lors du freinage) ;
- de la maîtrise des pertes en ligne, qui dépendent du niveau de tension du courant de traction ainsi que de la nature et de l'importance des sections conductrices ;
- des optimisations de fonctionnement réalisées par le système de conduite automatique.

Des facteurs de consommation moyens ont été retenus par la Société du Grand Paris : 2,2 kWh/ram.km pour le matériel roulant sur fer et 2,5 kWh/rame.km pour le matériel roulant sur pneu. La première valeur est prise en compte pour le projet. Le nombre de rames.km parcourus a été établi dans le cadre d'une étude d'exploitation[49].

Résultats :

Les résultats concernant les besoins énergétiques liés à la traction des rames de métro sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7.6-1 : Caractéristiques et consommation énergétique de traction

	Rame.km / an	Consommation annuelle (tep)
Projet (2023)	13 500 000	2 554,2
Réseau global (2030)	250 747 149	45 148,0

A. Besoins énergétiques des bâtiments

Les besoins des bâtiments correspondent principalement à l'électricité nécessaire à leur fonctionnement (éclairage, informatique, panneaux lumineux,…) et éventuellement au chauffage. La consommation énergétique dépend de nombreux facteurs, notamment de l'organisation et du volume des bâtiments, des matériaux de construction, de la qualité de l'isolation ou encore du type d'énergie utilisée. Il est donc difficile, à ce stade d'évaluer la consommation exacte des gares et centres de maintenance. Cependant, il est possible d'évaluer une consommation moyenne sur base de données générales par comparaison avec la consommation de bâtiments similaires. En gardant une approche conservatrice, cette méthode permet d'évaluer globalement la consommation des bâtiments, tout en sachant que l'utilisation de méthodes actuelles et plus efficaces, notamment en termes d'isolation et d'éclairage, devrait permettre de réduire significativement cette consommation.

Ainsi, les besoins en électricité ont été calculés sur base des surfaces des gares futures grâce à un facteur de consommation de 167 kWh/m²/an[50]. La consommation énergétique nécessaire pour le chauffage des bâtiments a été considérée comme négligeable car les gares du projet sont toutes souterraines et donc généralement non chauffées.

Les surfaces moyennes des gares ont été définies sur base d'une gare « type ». Sur la ligne étudiée, le nombre total de gares s'élève à 9.

[47] *Sources : communication personnelle RATP-SGP 2010*
[48] *1 rame kilomètre est le parcours d'une rame sur 1 km*
[49] *Communication SGP 2013*
[50] *Guide des facteurs d'émissions, V6.1, ADEME, 2010.*

Résultats :

Le tableau ci-dessous présente les résultats pour la ligne à l'étude. Ils correspondent donc à 9 gares toutes en souterrain. Aucun bâtiment technique n'est en effet répertorié sur la ligne à l'étude.

Tableau 7.6-2 : Consommation annuelle des gares du projet.

Consommation des gares du projet		
Consommation électricité (MWh et tep)	9 185	790

Le tableau ci-dessous présente quant-à-lui les consommations énergétiques des gares et des bâtiments techniques pour l'ensemble du réseau du transport du Grand Paris (horizon 2030) :

Tableau 7.6-3 : Consommation annuelle des gares et bâtiments techniques de l'infrastructure du Grand Paris

	Gares		Bâtiments techniques		Total	
Consommation électricité (MWh et tep[51])	73 483,2	6 319,5	18 900,0	1 625,4	114 647,6	9 659,2
Consommation chauffage (MWh et tep)	9 739,4	749,9	12 525,0	964,4		

Impacts indirects : la circulation routière

Le report d'une partie des déplacements de la route vers les transports en commun induit une réduction des distances totales parcourues (véhicules.kilomètres) par les usagers et donc une réduction des consommations.

Pour calculer la consommation globale des véhicules, il est nécessaire de tenir compte des projections de la consommation moyenne du parc automobile.

Les courbes de consommation ont été obtenues sur base des consommations moyennes du parc automobile et des objectifs du Grenelle pour 2050. Selon ces objectifs, la consommation des VL devra, en effet, diminuer de 27% et 31% pour 2025 et 2035 par rapport à 2005. La courbe de consommation est représentée dans la figure ci-dessous :

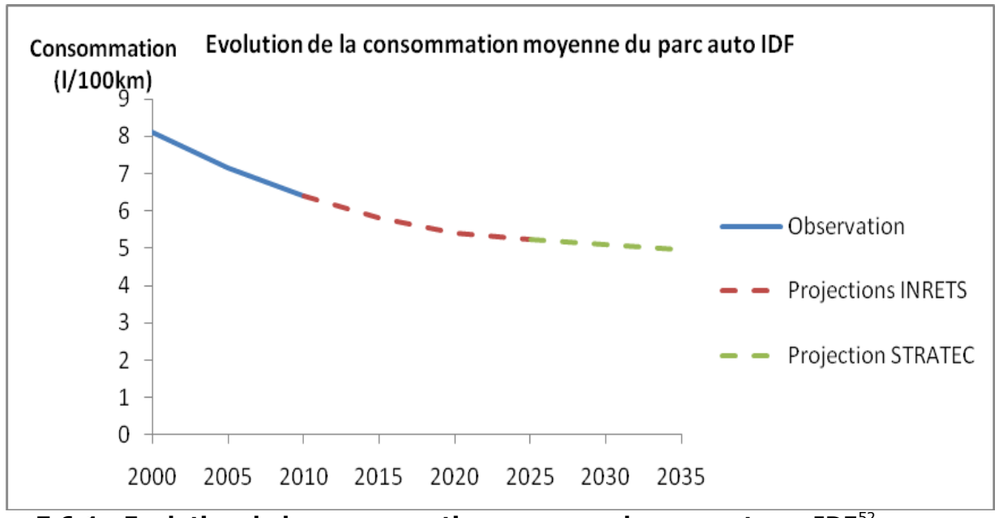


Figure 7.6-1 : Evolution de la consommation moyenne du parc auto en IDF[52]

Il est par ailleurs noté 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 dépendant de leur vitesse moyenne de circulation et en Ile-de-France, la vitesse moyenne de circulation des véhicules est basse et inférieure à la vitesse correspondant à l'optimum de consommation. Une accélération globale sur le réseau permet donc un rapprochement de cet optimum, ce qui engendre une baisse de la consommation globale des véhicules en circulation.

Résultats :

Dans cette partie, l'impact de la mise en service du projet a été évalué à l'horizon 2023 puis l'impact de l'ensemble du réseau du Grand Paris a été réalisé à l'horizon 2030.

Les variations de flux de trafic routier issues du modèle utilisé ont été couplées avec les projections de consommations annuelles moyennes pour obtenir la consommation totale du trafic routier. Les gains ont alors été évalués en calculant les différences de consommations entre les situations de références et les situations projetées aux horizon 2023 (impact du projet uniquement) et 2030 (impact de l'ensemble du métro du Grand Paris). Les gains annuels sont repris dans le tableau ci-dessous.

[51] 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

[52] *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.*

Tableau 7.6-4 : Résultats des gains énergétiques liés aux consommations du trafic routier et engendrés annuellement par le projet à l'horizon 2023 en tep

	Impacts annuel du projet à l'horizon 2023
Gains sur la diminution des véh.km parcourus (tep)	- 14 176,0
Gains sur l'augmentation de la vitesse des véhicules particuliers (tep)	- 6 075,4
Gains sur l'augmentation de la vitesse des poids lourds (tep)	- 1 575,1
Total (tep)	-21 826,5

Les résultats montrent que l'impact du projet sur les consommations du trafic routier est de plus de 20 000 tep économisés annuellement. La diminution des distances parcourue est responsable de 67% du ce total tandis que la légère augmentation de la vitesse de circulation des véhicules particuliers est responsable de 27% de ce total et celle des poids lourds de 7%.

A l'horizon 2030, l'ensemble du réseau du Grand Paris engendrera, quant-à-lui, les diminutions de consommations énergétiques reprises dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7.6-5 : Résultats des gains énergétiques liés aux consommations du trafic routier engendrés annuellement par l'ensemble du Grand Paris à l'horizon 2030 en tep

	Impacts de l'ensemble du réseau à l'horizon 2030
Gains sur la diminution des véh.km parcourus (tep)	- 36 193
Gains sur l'augmentation de la vitesse des véhicules particuliers (tep)	- 15 511
Gains sur l'augmentation de la vitesse des poids lourds (tep)	- 4022
Total (tep)	- 55 726

La Figure 7.6-2 représente les consommations évitées cumulées au cours du temps. Les calculs pour chaque année ont été réalisés en considérant le phasage du projet et la mise en service chronologique des différentes lignes ou différents tronçons de ligne.

Les gains totaux liés à l'amélioration des conditions de circulation sont de 368 394,2 tep à l'horizon 2030 dans le cas du scénario central.

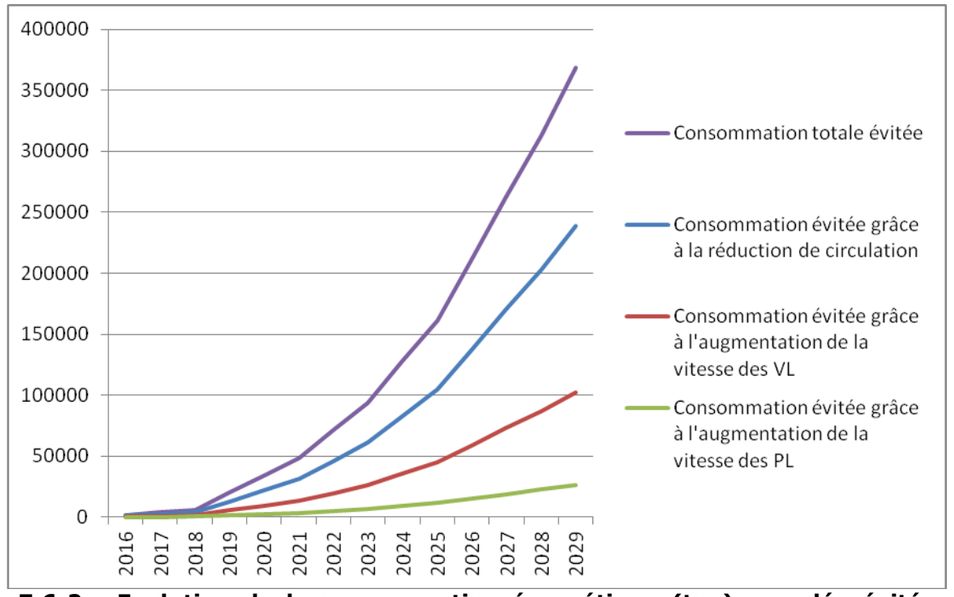


Figure 7.6-2 : Evolution de la consommation énergétique (tep) cumulée évitée par la route, avec le scénario central.

Synthèse

Le cumul des différentes consommations énergétiques depuis la mise en service des premiers tronçons du Grand Paris jusqu'à l'horizon 2030 est représentée sur la **Figure 7.6-3**. La figure révèle que le projet global est bénéfique d'un point de vue énergétique dès la mise en service des premières lignes. Les gains sont d'autant plus grands que l'on considère un horizon lointain.

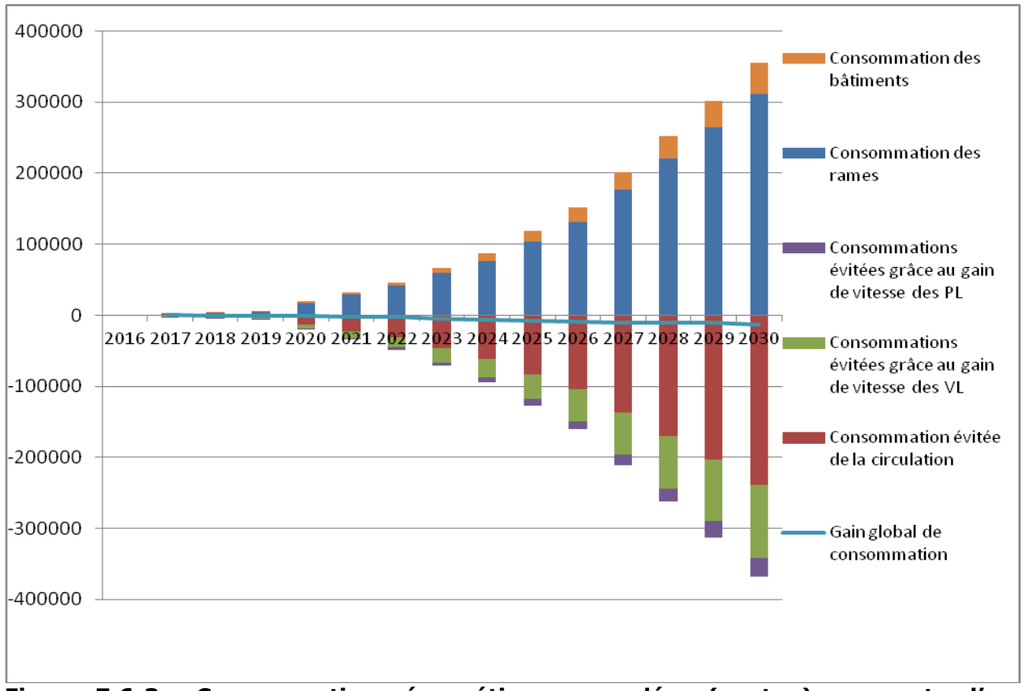


Figure 7.6-3 : Consommations énergétiques cumulées (en tep) par poste d'après les hypothèses centrales

Néanmoins les gains énergétiques sont relativement faibles par rapports aux consommations globales. Les résultats obtenus à l'horizon 2030 pour l'ensemble du réseau du Grand Paris, y compris le projet, sont présentés dans le Tableau 7.6-6.

Tableau 7.6-6 : Bilan des postes énergétiques depuis la mise en service des premiers tronçons et l'horizon en 2030, en tep

Tep (annuel)	Traction	Consommation des Bâtiments	Consommations évitées liées à la circulation	**Total**
Réseau global (horizon 2030)	311 751,5	43 109,8	-368 395,2	**-13 533,9**

La consommation cumulée de l'ensemble du réseau de transport du Réseau de Transport du Grand Paris à l'horizon 2030 est donc de 354 861 tep pour une économie liée à la circulation de 368 395 tep, soit un gain global de 13 534 tep.

Mesures de réduction, mesures d'évitement, effets résiduels, mesures de compensation aux effets résiduels

Les effets du projet sur la consommation énergétique globale sont positifs. Il n'y a donc pas lieu de mettre en place de mesures visant à atténuer ou supprimer des impacts négatifs du projet.

Mesures d'optimisation de la consommation énergétique

L'analyse des impacts du projet sur les consommations énergétiques a démontré son intérêt pour la réduction des consommations énergétiques. L'effet étant également en lien direct avec le report modal de la route vers les transports en commun plus efficaces énergétiquement, il sera d'autant plus grand que le report modal sera important. Les mesures visant à inciter le report modal détaillées dans la sous partie « air » sont donc également d'application.

Au niveau des consommations de l'infrastructure, des choix stratégiques pourront également être faits afin de réduire les consommations énergétiques du métro et donc de maximiser son impact.
La traction du métro représente la majeure partie des consommations énergétiques de l'infrastructure et constitue donc un poste stratégique. Le choix du matériel roulant sera donc réalisé en tenant compte de la consommation énergétique moyenne.

Il sera également envisagé d'utiliser un système de récupération de l'énergie cinétique au freinage. L'énergie cinétique dissipée lors des freinages représente 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 16, et de la ligne rouge en général, est élevée puisque les rames sont les plus importantes de l'infrastructure (jusque 1000 passagers[53]). A Turin, Siemens a évalué à 33 % (projet VAL, Turin) l'économie d'énergie effectuée lors de l'automatisation du métro[54].

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.

Mesures de suivi dans le temps

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

[53] Schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris.
[54] Metro automatique et économie d'énergie, Siemens, 2009

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 plans de mesures de compensation en cas d'éventuelles surconsommations énergétiques.

7.6.2 Emissions de gaz à effets de serre

7.6.2.1 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-dessous. Pour plus de détails il convient de se référer au rapport détaillé spécifique à cette méthodologie (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 du Grand Paris).

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. Pour un complément d'information, se référer au rapport complet, et plus particulièrement à la phase 2 de celui-ci qui s'attache à l'Identification des valeurs de référence en téq CO_2 pour les différents postes et élaboration de l'outil de calcul des bilans.

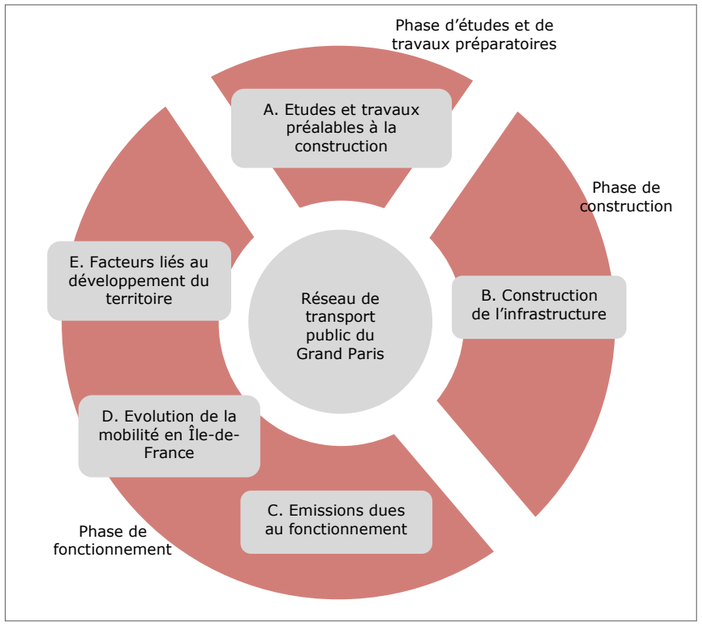


Figure 7.6-4 : Principales catégories de postes d'émissions en fonction des différentes phases de réalisation du projet

Les enjeux du projet vis-à vis des émissions de gaz à effet de serre sont multiples et concernent tant la phase de construction que la phase d'exploitation de l'infrastructure.

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.

Impacts

A. Impact direct : Besoins liés à la construction des infrastructures

Etudes et travaux préalables à la construction

La réalisation de projets majeurs d'infrastructures de transport requiert de nombreuses concertations, études et travaux préparatoires. Citons notamment les études d'intérêt socio-économiques, les études d'incidences environnementales, les débats et enquêtes publics, les études géotechniques, les études de génie civil, etc. L'initiation et le suivi du projet nécessitent également un important travail de gouvernance.

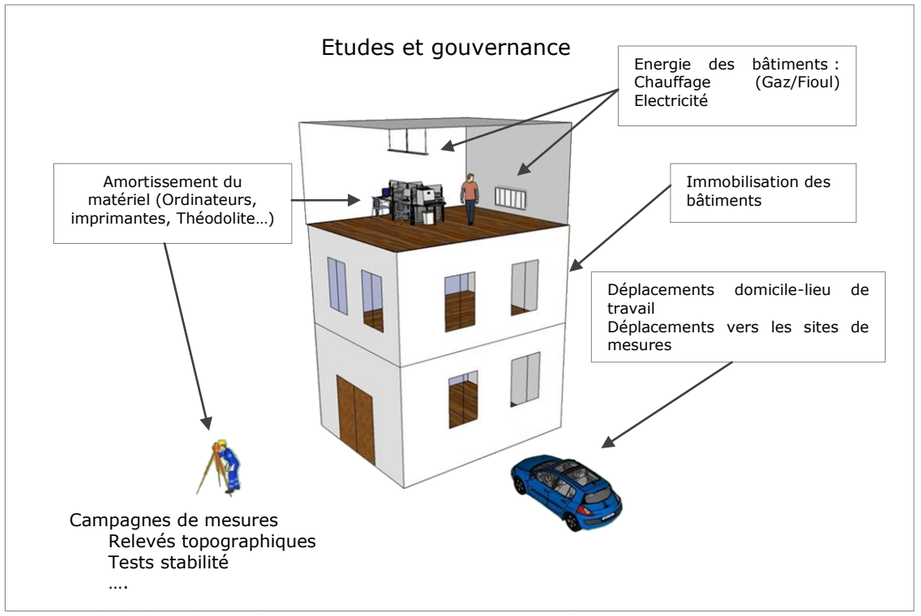


Figure 7.6-5 : Représentation des postes d'émissions lors de la phase d'études et de travaux préalables. Source : Stratec.

Sur base des estimations des budgets alloués aux différentes études et à la gouvernance, les émissions correspondantes aux études préalables de la ligne à l'étude ont été évaluées à 24 800 téq CO_2. Pour l'entièreté du Grand Paris ces émissions ont été évaluées à 146 600 téq CO_2.

Construction de l'infrastructure

Comme défini plus en détails dans le rapport méthodologique spécifique, la quantification des émissions de GES de la construction prend en compte :

- Les émissions de GES liées à l'énergie consommée par les différents outils mis en œuvre pour le creusement des tunnels, l'évacuation des déblais et la mise en place des remblais ;
- Les émissions de GES dues à la fabrication des matériaux consommés pour les différents ouvrages construits : les bétons et les ciments en part prépondérante, mais également les métaux, la chaux et les autres matériaux (ou ensemble de matériaux) tels que les ponts routiers ou ferroviaires ;
- Les émissions de GES dues aux transports des personnes travaillant sur les chantiers ainsi que celles liées au fret des matériaux consommés et des déblais ;
- Les émissions de GES liées au changement d'usage des sols.

Le croisement des flux d'émissions et des flux d'activité permet une représentation matricielle des émissions de GES. Le Tableau 7.6-7 en est un exemple.

Tableau 7.6-7 : 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	Sections de surface	Equipements ferroviaires	Bâtiments, quais et voirie	Organisation du chantier
	Km de dble voie	***30***	***0***	***30***		
tCO2e	Energie, déblais et r	6 300	0	0	3 260	19
	Bétons, ciments	472 100	0	20 700	0	0
	Métaux	0	0	66 400	0	0
	Chaux	0	0	0	0	0
	Autres matériaux	0	0	0	81 000	0
	Transport et fret	46 100	0	1 660	9 460	1 120
	Changement usage	0	0	0	965	0
	TOTAL	**524 500**	**0**	**88 800**	**94 700**	**1 140**
		709 000				
	Par km de dble voie (30.28)	**17 300**	**0**	**2 930**	**3 130**	**37**
		23 400				

Tout comme pour l'approche au niveau global, la méthodologie utilisée pour réalisation la quantification des émissions de GES liées à la construction de la Ligne 16 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 30,28 km. Les parties courantes sont réalisées au tunnelier et sont de type monotube.
- Le nombre de gares en incluant les gares de Saint-Denis Pleyel et de Noisy-Champs, est de 10 pour une superficie totale d'environ 81 000 m² [55].
- Matériel roulant : il s'agit de rames composées de 3 voitures d'environ 18m de long chacune, pour une capacité totale de 1 000 voyageurs, avec une vitesse commerciale de 65 km/h et une vitesse maximale de 120 km/h. Le nombre de rames affectées à cette partie de la ligne a été calculé à partir de la charge dimensionnante (nombre de voyageurs par heure en heure de pointe), de l'intervalle entre les trains en heure de pointe et de la vitesse commerciale souhaitée.

Résultats :
Le traitement des informations collectées a permis de quantifier les émissions de GES liées à la construction pour chacune des parties de la ligne. Les valeurs sont présentées dans le tableau et la figure qui suivent.

[55] *Sur base d'une surface moyenne de 8 100 m² pour une gare.*

Tableau 7.6-8 : émissions globales et par km de voie liées à la construction.

Emissions globales (téq CO2)	**709 000**
Emissions par km (téq CO2/km)	**23 400**

Le graphique suivant présente le croisement des flux d'émissions avec les flux d'activité comme présenté au paragraphe « Construction de l'infrastructure », pour le tracé de référence.

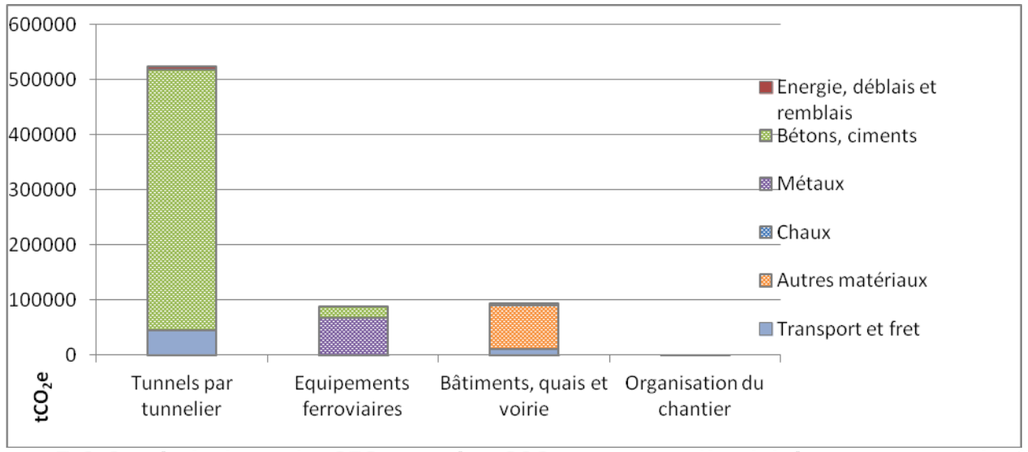


Figure 7.6-6 : émissions de GES, en téq. CO2, par type d'activité et par type de flux d'émissions

Comme décrit au paragraphe « Limites de l'analyse », le flux prépondérant reste les émissions de GES engendrées par la production du béton et/ou du ciment. En effet, les quantités de ces matériaux qui sont mises en œuvre sont très importante et cet effet masse se combine avec un procédé de fabrication très émetteur de GES pour le béton et le ciment.

Mesures

Mesures de réduction et d'évitement

Importance des choix techniques

Lors de la construction (et en amont lors des études de faisabilité et de la maitrise d'ouvrage), les choix techniques des processus de construction et des matériaux sont cruciaux. En effet, la phase construction est le poste des émissions le plus important du réseau du Grand Paris d'ici 2035.

Ces choix techniques constituent donc des leviers permettant de réduire les émissions liées à la construction. En ce qui concerne le creusement par tunnelier, la qualité des voussoirs et les caractéristiques du radier influencent notamment les émissions de GES.
Pour évaluer leur degré d'influence sur le bilan de GES, il a été réalisé des tests de sensibilité sur le tracé de référence de la ligne en faisant varier :

- La qualité des voussoirs : épaisseur, type de béton, quantité de ferraillage
- Les caractéristiques du radier : largeur, type de béton, quantité de ferraillage
- A titre de comparaison, il a été laissé dans les graphiques qui suivent les émissions du tracé de référence telles quelles sont calculées pour le présent rapport.

Détails des variantes :

- Voussoir1 : épaisseur des voussoirs réduite et type de béton C16/20
- Voussoir2 : épaisseur des voussoirs inchangée, type de béton C50/60 et densité de fer augmentée à 200 kg/m³
- Radier1 : largeur du radier réduite, type de béton C16/20 et densité de fer abaissée à 75 kg/m³
- Radier2 : largeur du radier inchangée, type de béton C50/60 et densité de fer augmentée à 150 kg/m³

Tableau 7.6-9 : résultats de quelques variantes

Référence ou variante	Emissions par km (téq CO2/km)
Situation de référence	23 400
Voussoir1	17 300
Voussoir2	26 200
Radier1	16 500
Radier2	27 500

Il peut ainsi être constater que la variation de ces simples paramètres n'est pas neutre puisque les émissions peuvent varier d'environ 30% selon les solutions retenues, d'où une importance capitale au sujet des choix techniques lors de la phase de chantier.

Mesures de suivi dans le temps

Tout au long de la conception du projet, les choix techniques évoqués précédemment seront donc réalisés de manière éclairée du point de vue des émissions de gaz à effet de serre. L'outil CarbOptimum® développé notamment à cet effet, sera utilisé afin d'évaluer les impacts de ces choix sur les émissions de gaz à effet de serre, et incarnera un outil pertinent afin de réaliser un suivi dans le temps.

Impacts et mesures en phase d'exploitation

Lors des choix de conception du métro est des gares, l'enjeu sera également de favoriser un matériel roulant et des bâtiments durables et économes afin de limiter les émissions de gaz à effets de serre en phase d'exploitation.

A proximité des gares, il s'agira de mettre en place des mesures visant à assurer une urbanisation durable en densifiant le bâti.

Enfin en termes de mobilité, les enjeux sont également nombreux et consistent principalement à

favoriser le report modal de la voiture particulière particulièrement défavorable du point de vue des émissions de gaz à effet de serre au profit des transports en commun largement plus économes.

Impacts

De nombreux flux de carbone sont liés au fonctionnement des infrastructures de transport. Il s'agit principalement de la consommation d'énergie et de tous les intrants liés au fonctionnement des trains et des gares :

- L'énergie de traction, nécessaire au mouvement des trains : les rames de transport de voyageurs sont mues en recourant à l'électricité. Les différentes fonctions à bord sont assurées par cette même énergie, parfois transformée (air comprimé pour le freinage, chaleur ou froid pour le confort thermique, etc.). 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.

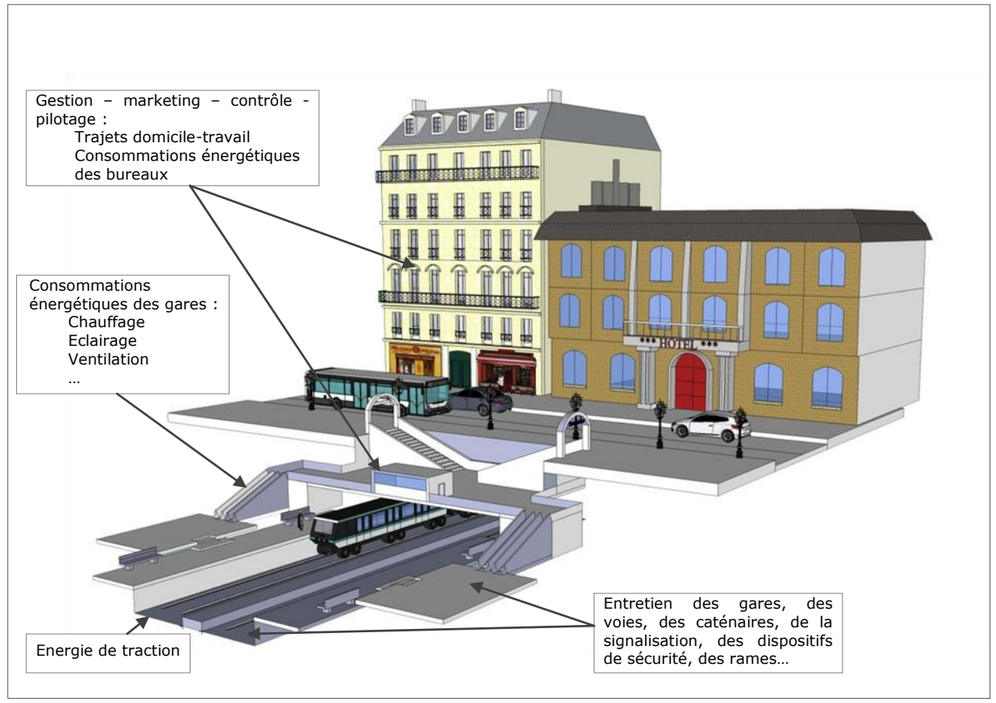


Figure 7.6-7 : Représentation des postes d'émissions de l'infrastructure en fonctionnement. Source : Stratec

A. Impact direct : 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 voyageur.kilomètres (voir la partie Energie 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 2 164 teq CO_2 à l'horizon 2023.

B. Impact direct : Emissions liées à l'énergie nécessaire aux bâtiments

Les émissions de GES liées à la consommation énergétique des gares, des bâtiments d'accueil du public et des bâtiments techniques (maintenance) peuvent être évaluées sur base des consommations estimées des différentes énergies (électricité, gaz, fioul) ou, lorsque celles-ci ne sont pas connues, sur base des surfaces dédiées à ces espaces (comme ce qui a été fait dans la partie Energie). Pour l'évaluation à partir des surfaces, les émissions sont évaluées sur base des consommations moyennes des bâtiments dédiés aux différentes activités. Selon l'ADEME, la consommation d'électricité moyenne hors usages thermiques (chauffage et eau chaude sanitaire) pour les bâtiments commerciaux s'élève à 126 kWh/m².an. La consommation énergétique nécessaire au chauffage et à l'eau chaude pour les commerces sur base d'une utilisation de gaz naturel et en tenant compte du coefficient climat de l'Ile-de-France est par ailleurs de 167kWh/m².an.

Les émissions dues au fonctionnement des bâtiments du projet ont été calculées sur base des surfaces estimées et des types de bâtiments. Les émissions de CO_2 de l'utilisation des bâtiments sont de 655 teq CO_2 à l'horizon 2023.

L'électricité de tous ces bâtiments (gares, locaux techniques…) représente 70% des émissions de CO_2 imputables au fonctionnement des bâtiments. Les besoins en chauffage représentent le reste, soit 30% des émissions des bâtiments.

C. Impact direct : Emissions liées à l'entretien, le renouvellement, la gestion

Les émissions du projet liées à l'entretien, le renouvellement ont été évaluées sur base des budgets prévisionnels pour de ces activités. Elles s'élèvent à 7 215 teq CO_2 à l'horizon 2023.

D. Impact direct : 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 uniformément au cours du temps à partir de 10 ans après la mise en service des différents tronçons. Ainsi, les émissions de rénovation pour la Ligne ont été évaluées à 1 974 téq CO_2 par an à partir de 2033.

Résultats globaux liées au fonctionnement de l'infrastructure

Le graphe suivant regroupe l'ensemble des émissions cumulées liées au fonctionnement de l'infrastructure : les émissions dues à l'énergie nécessaire à la traction du métro, à l'énergie des bâtiments, aux activités de gestion et à l'entretien.

Les résultats montrent que la gestion du projet est le premier poste responsable des émissions de GES (40%), devant la traction (31%), la rénovation lourde (19%) et le fonctionnement des bâtiments (10%). La part importante de la gestion peut surprendre mais englobe un périmètre d'étude large incluant les déplacements domicile-travail des employés, les activités de marketing, de pilotage, etc.

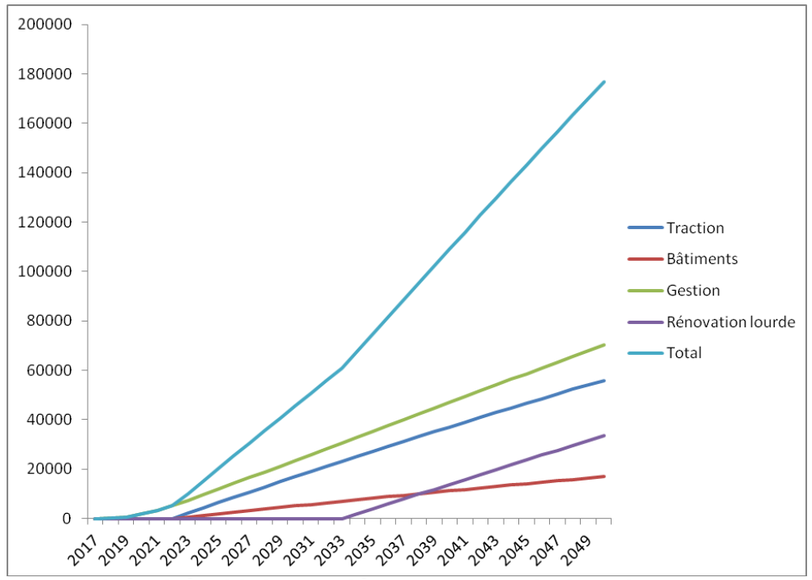


Figure 7.6-8 : Emissions (téq CO_2) cumulées par poste de fonctionnement pour le projet.

E. 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, on distingue 2 effets principaux du projet de métro sur le trafic routier et sur les émissions de CO_2 :

- Une diminution des distances parcourues correspondant à une réduction des émissions de gaz à effet de serre dues à la consommation de carburant et à l'usure des véhicules ;
- Une augmentation de la vitesse moyenne des véhicules (légers et poids lourds) sur le réseau qui induit généralement une diminution des consommations (excepté sur les axes rapides et non saturés où l'augmentation peut être à l'origine d'émissions supplémentaires).

L'impact sur les distances parcourues a été évalué sur base des résultats du modèle utilisé. Ce même modèle a également permis de déduire les vitesses moyennes de parcours sur les différents axes du réseau et d'estimer, grâce au modèle COPERT IV, les consommations moyennes en situation de référence et en situation de projet en tenant compte des effets de congestion.

La Figure 7.6-9 représente les émissions évitées cumulées grâce à la mise en service du projet au cours du temps. Ils mettent en évidence la distinction entre les émissions liées aux distances parcourues et les émissions liées aux vitesses des véhicules.

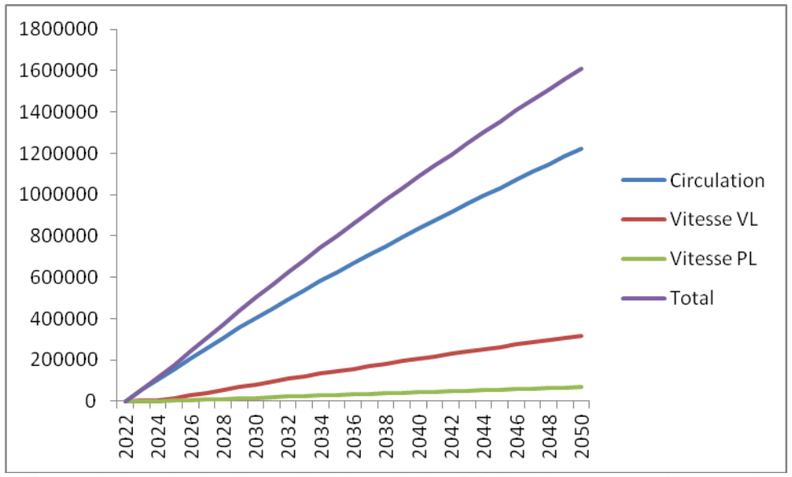


Figure 7.6-9 : Cumul des émissions évitées (téq CO_2) liées au trafic routier, hypothèses centrales.

F. 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 du Réseau de Transport du Grand Paris 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[56], 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.

[56] *Pour plus d'informations, voir Méthodologie d'élaboration du CarbOptimum®, outil de calcul pour l'estimation des émissions et consommations de CO2 induites par la réalisation du réseau de transport public du Grand Paris et les autres annexes relatives.*

Résultats

La modification du territoire qu'amène le projet entraine un large gain des émissions de CO_2. Ces gains s'expliquent par la densification : il y a moins de réseaux à construire, moins de surfaces rurales sont transformées en zones urbaines, la densification réduit les besoins en énergie (chauffage, transports), les services publics ont moins de distances à parcourir…. Globalement, le cumul de ces gains permet d'économiser 3 230 000 téq CO_2 à l'horizon 2035, avec 350 000 téq CO_2 pour la seule année 2035.

Les gains commencent en 2023, soit dès la mise en service du projet. La fabrication et l'acheminement des matériaux entrainent des émissions, alors que la densification permet d'en éviter, par une diminution des km de réseau VRD construits et des parcelles agricoles ou forestières urbanisées.

Concernant la phase exploitation, là encore la densification qu'amène le projet permet de réduire les émissions de CO_2. Les bâtiments consomment moins, il y a moins de VRD, et les coûts de maintenance sont donc moindres, ainsi que les services publics qui ont moins de distance à parcourir.

Ainsi les émissions évitées s'accumulent au cours du temps. Le graphique ci-dessous représente les émissions cumulées au cours du temps engendrées par les impacts indirects du projet sur le développement territorial.

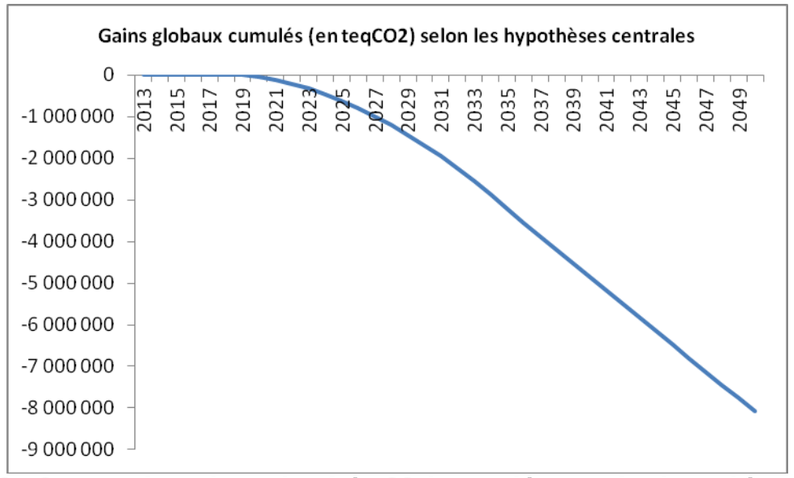


Figure 7.6-10 : Comparaison des gains (téq CO_2) cumulés pour les hypothèses centrales

Synthèse

Les résultats globaux du bilan des émissions de gaz à effet de serre sont présentés dans le graphique ci-après. Il permet de comparer les émissions de CO_2 induites ou évitées par les différentes thématiques.

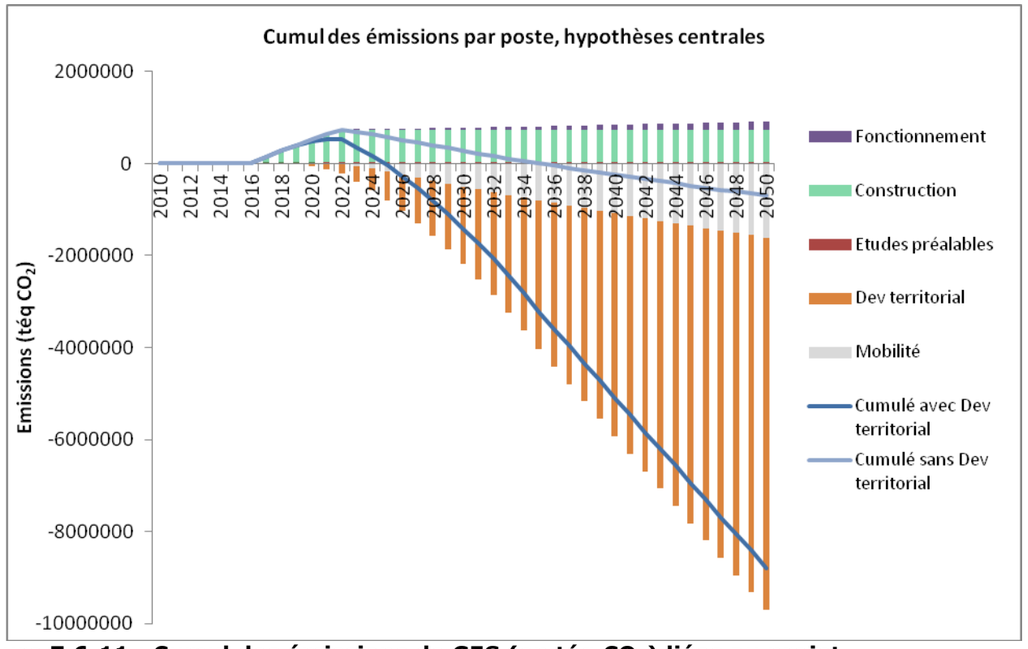


Figure 7.6-11 : Cumul des émissions de GES (en téq CO_2) liées au projet.

Comme attendu, la première phase du projet (comprenant les études préalables et la construction) induit des émissions de GES importantes. Dès la fin de la construction, les émissions induites se stabilisent et ne sont plus alimentées que par les émissions de fonctionnement de l'infrastructure. En parallèle, les émissions évitées grâce à l'amélioration de la mobilité en Ile-de-France et grâce à l'aménagement du territoire augmentent et deviennent de plus en plus importantes dans le bilan global.

Le cumul des émissions induites et évitées représenté sur les Figure 7.6-11 et Figure 7.6-12 permettent d'estimer la période nécessaire pour que les émissions évitées compensent les émissions induites selon les hypothèses centrales considérées. Les émissions évitées seront alors égales aux émissions induites aux alentours de 2025, c'est-à-dire deux ans après la mise en service de la Ligne 16.
A l'horizon 2035, les émissions induites et évitées cumulées depuis le début du projet se répartissent selon la Figure 7.6-12.

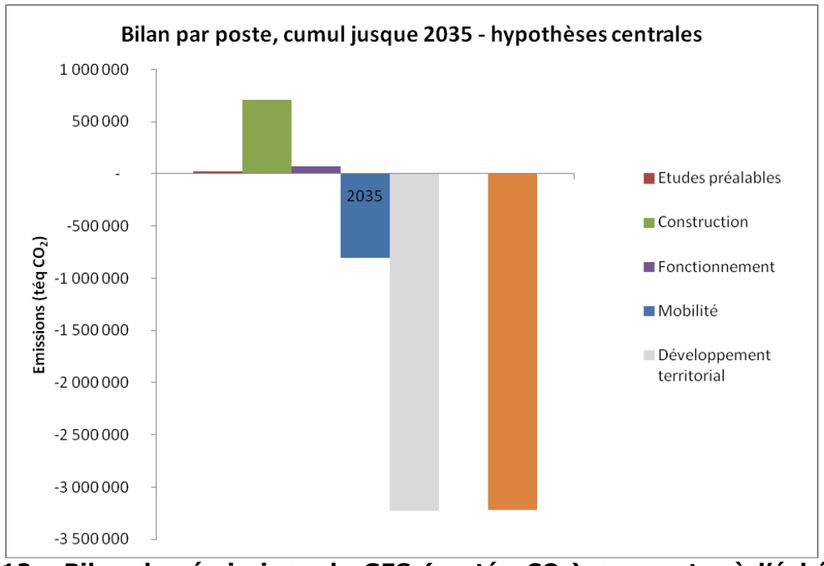


Figure 7.6-12 : Bilan des émissions de GES (en téq CO_2) par poste, à l'échéance 2035 (hypothèses centrales).

A l'horizon 2035, les postes les plus importants sont la construction, la mobilité et le développement territorial. La construction sera alors approximativement compensées par les seuls gains liés à la mobilité tandis que les gains liés au développement permettront au projet d'avoir réduit les émissions de GES de 3 230 000 téqCO_2 à l'horizon 2035. A l'horizon 20050, ce sontplus de 8 000 000 téqCO_2 qui auront été évitées. Le projet participera de ce fait de manière significative aux efforts nécessaires pour atteindre les objectifs nationaux de réduction des émissions.

Mesures

Mesures de réduction, mesures d'évitement, effets résiduels, mesures de compensation aux effets résiduels

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.

Mesures d'optimisation de la minimalisation des émissions de gaz à effets de serre

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 Figure 7.6-7.

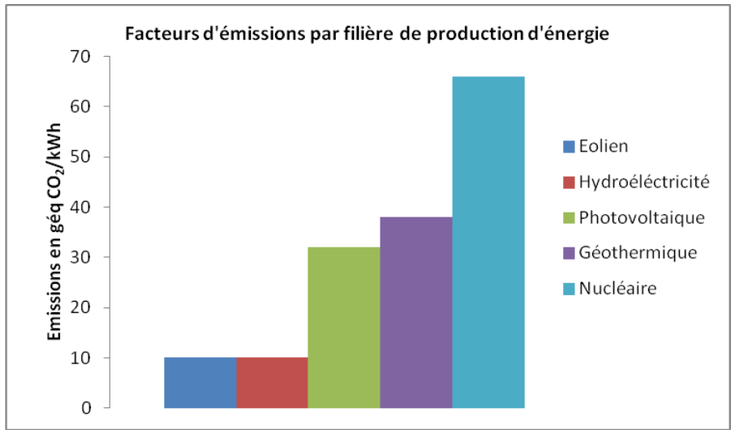


Figure 7.6-13 : facteurs d'émissions de différentes filières de production d'électricité (Source valeurs : ADEME, Guide des facteurs d'émissions V6.1)

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.

Mobilité : report modal vers les transports en commun

Là encore, toutes les mesures encourageant un report modal de la route vers les transports en commun auront comme effet de maximiser les émissions de gaz à effet de serre évitées grâce au projet. Pour plus de détail il convient de se référer aux préconisations formulées dans la partie « qualité de l'air ».

Développement territorial

Le développement territorial nouveau induit par le projet est responsable d'une grande quantité d'émissions de CO_2 potentiellement évitées. Afin d'en assurer la maximisation, il sera cependant nécessaire de la part des acteurs responsables de l'aménagement du territoire de mettre en place des mesures d'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 dans le temps

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.

7.6.3 Synthèse des impacts à l'échelle du projet

Consommations énergétiques

Le fonctionnement du projet nécessitera annuellement la consommation d'approximativement 3 400 tep ce qui correspond à 6% de la consommation totale du réseau de transport du Grand Paris Express. Ces consommations comprennent principalement l'énergie de traction pour mouvoir les rames de métro ainsi que dans une moindre mesure l'électricité et le chauffage nécessaires pour le fonctionnement des gares. La mise en service du projet permettra un gain annuel de plus de 23 000 tep grâce à la réduction du trafic routier et à l'augmentation de la vitesse de circulation.

Emissions de gaz à effet de serre

Du point de vue des émissions de gaz à effet de serre, la conception et la construction du projet induira des émissions d'approximativement 656 000 téqCO_2 soit 16% des émissions induites par les études préalables et les travaux nécessaires pour l'entièreté du réseau du Réseau de Transport du Grand Paris. A l'horizon 2035, le projet en fonctionnement induira également des émissions annuelles de 6 600 téq CO_2 ce qui correspond à 9.6% des émissions induites pour le fonctionnement de l'ensemble du réseau.

Les résultats montrent que les améliorations induites grâce à la mise en service du projet permettent de compenser rapidement les émissions liées à la construction et au fonctionnement de l'infrastructure.

Ces résultats soulignent également l'importance des émissions pouvant être évitées au niveau du développement territorial dont les gains surpassent largement l'entièreté des autres postes d'émissions. Ceci rappelle l'importance de mettre en place des mesures d'accompagnement permettant d'assurer un développement intégré de la ville entre les transports et l'aménagement du territoire.

7.6.4 Synthèse des impacts à l'échelle du Grand Paris

Consommations énergétiques

Le bilan énergétique du projet de métro du Grand Paris est globalement positif, en effet, les diminutions de consommation du trafic routier induite 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 644 390 tep selon les hypothèses centrales.

L'impact du projet sur les consommations des véhicules routiers s'explique par deux processus distincts. D'une part, le report d'une partie des déplacements de la route vers les transports en commun induit une réduction des distances totales parcourues et donc une réduction des consommations. D'autre part, la diminution du nombre de véhicules circulant sur la route permet de réduire la congestion et donc d'accélérer les vitesses moyennes ce qui permet de réduire les consommations moyennes. Finalement entre 66 et 67% des gains sont dus à la diminution des distances parcourues tandis que le reste est dû à l'augmentation des vitesses.

Au total, le projet permet, entre la mise en service et l'année 2035, de réduire la consommation énergétique cumulée des transports de 69 175 tep.

Emissions de gaz à effet de serre

L'analyse des impacts potentiels du projet de métro du Grand Paris sur les émissions de gaz à effet de serre a fait l'objet d'une attention particulière d'abord lors de l'étude spécifique d'élaboration du CarbOptimum® qui a permis d'identifier clairement l'ensemble des postes d'émissions puis lors de la présente étude qui s'est attachée à quantifier précisément les flux de gaz à effet de serre. Les résultats démontrent 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 puis lors de l'exploitation, aux émissions liées au fonctionnement du métro, à la mobilité et au développement territorial.

Globalement, le projet de métro du Réseau de Transport du Grand Paris devrait donc permettre de réduire de manière très significative les émissions de gaz à effet de serre et participer dans ce sens à atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre définis dans le Grenelle de l'environnement.

7.7 Santé

7.7.1 Qualité de l'air

7.7.1.1 Rappel des enjeux

L'impact du projet sur la qualité de l'air est principalement lié à son impact sur le transport routier et sur les émissions de polluants atmosphériques qui en découlent. Le trafic routier étant responsable d'une part importante des émissions de certains polluants atmosphériques (notamment les oxydes d'azote et les particules fines), le métro pourrait influencer de manière sensible les concentrations de ces polluants. Cette influence représente un enjeu important du projet, les seuils de pollutions de certains polluants pouvant causer des impacts sur l'environnement et la santé sont fréquemment dépassés en Ile-de-France.

Le métro lui-même n'émet que des quantités très limitées de polluants atmosphériques. Ces émissions peuvent cependant mener à des concentrations en polluants relativement élevées dans les gares et à proximité des puits de ventilation.

La réduction des émissions passe également par un développement de la ville autour de centres névralgiques de transport en commun. La concentration des activités et la densification des logements autour des futures gares ainsi que l'aménagement de la desserte de ces gares par les modes doux 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.

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.

En ce qui concerne les émissions provenant de la circulation automobile, l'impact du projet a été évalué grâce au modèle de transport de la DRIEA décrit dans le chapitre mobilité, au logiciel COPERT IV (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) et à un modèle de dispersion des polluants. L'analyse a ainsi permis de quantifier et de cartographier les émissions et concentrations à l'horizon 2030 en situation de référence et en situation de projet sur l'ensemble du territoire de l'Ile-de-France.

Les polluants considérés sont les oxydes d'azote (NO_x), le dioxyde de soufre (SO_2), les particules fines (PM), le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures non méthanique (COVNM), le benzène, le nickel (Ni) et le cadmium (Cd), car ils constituent de bons indicateurs des émissions du trafic routier. Par ailleurs, ces polluants représentent un enjeu important pour le projet car les concentrations de certains d'entre eux (en particulier le NO_2 et les PM) dépassent régulièrement les valeurs limites annuelles[57] 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[58]: en l'occurrence le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)[59] et le Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA)[60]. Ces deux documents fixent des objectifs chiffrés en termes de concentrations de polluants visant à améliorer la qualité de l'air.

Impacts et mesures en phase chantier

Impacts

Les impacts des chantiers sur la qualité de l'air sont doubles :

- le charroi généré sur le réseau routier pour le transport des déblais et des matériaux nécessaires à l'édification des infrastructures. Le nombre de chargements et déchargements de camions nécessaires s'élèverait ainsi à plus de 290 000 répartis sur l'ensemble de la phase de construction.
- Les travaux entrepris sur les chantiers peuvent générer la mise en suspension de particules fines.

Mesures

Privilégier le transport fluvial des matériaux et déblais si possible.

Voir mesures relatives aux impacts des chantiers sur les consommations énergétiques

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.
- prévoyant un phasage des chantiers. Les chantiers conduits simultanément génèrent des effets qui se cumulent, voire s'amplifient en fonction de la localisation géographique.

Limitation de l'émission de poussières

Les zones de chantier étant situées principalement en zones urbaines, il sera également important de limiter au maximum les émissions de polluants atmosphériques afin de limiter les impacts sur les zones proches. Ces émissions concernent principalement les émissions de particules fines.

Afin de limiter l'émission de poussières, les recommandations suivantes peuvent être faites :

- stocker les produits pulvérulents tels que le ciment, en silos avec un filtre à manches ;
- utiliser la technique d'humidification pour réduire la production et la diffusion des grosses poussières lors des travaux de terrassement. En effet, un temps sec et venteux accroîtra le développement des poussières et la diffusion de celles-ci. Si ce n'est possible, dans la mesure du possible, différer les activités ;

[57] *La qualité de l'air en Ile-de-France en 2008, AIRPARIF, avril 2009*

[58] *Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie, 1996*

[59] *Plan de Protection de l'Atmosphère, Ile-de-France, Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement*

[60] *Plan Régional de la Qualité de l'Air, Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement*

- 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 ;

Impacts et mesures en phase d'exploitation

A. *Impact indirect : Impact sur la circulation routière*

Le calcul des émissions de polluants en phase d'exploitation a été basé sur la méthodologie COPERT IV. De manière synthétique, cette méthodologie européenne permet le calcul des émissions de polluants du transport routier à partir des hypothèses de constitution du parc automobile et des conditions de trafic. Les hypothèses retenues ont été détaillées dans l'étude globale et ne sont pas reprises dans le présent rapport.

Le calcul des émissions se base également sur les flux de trafic annuels et les vitesses moyennes des véhicules. Ces données ont été obtenues à partir des résultats du modèle de transport. La figure ci-dessous présente les évolutions du trafic total pour 2030 (toutes catégories confondues).

A l'horizon 2035, les résultats montrent que la mise en service de l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris permet une réduction de 775 millions de véhicules.km au sein de la circulation sur le réseau routier de l'Île-de-France (en considérant les hypothèses centrales)

Emissions de la situation de référence

En 2035, globalement, la pollution est en forte diminution (cf Tableau 7.7-1) grâce, principalement, à l'amélioration du parc. Entre la situation initiale et la situation de référence, les émissions de NO_x diminuent de 82 % entre 2005 et 2035. Cette diminution s'explique par le renouvellement du parc automobile et l'introduction progressive des véhicules catalysés. En ce qui concerne l'évolution des émissions de particules fines, qui sont majoritairement émises par les véhicules diesel, on constate une diminution de 73 % sur cette période. Cela est dû à la généralisation des filtres à particules dans les années à venir. On observe donc des diminutions très importantes et ce, malgré la progression du trafic automobile entre 2005 et 2035 (entre + 4% et + 5%). Le CO, les COVNM et le benzène réagissent sensiblement de la même façon, avec respectivement 79%, 85% et 86% d'émissions en moins. En revanche, les émissions de nickel et cadmium augmentent. Ces derniers sont essentiellement dus à l'usure des véhicules (parties métalliques, plaquettes de freins, moteurs…) qui ne sont pas influencées par les normes mais dépendent directement de la quantité de trafic, globalement en croissance entre 2005 et 2035. Les émissions de SO_2 sont considérées comme nulles, le carburant (source du soufre) se voyant pratiquement entièrement désulfuré.

On distingue donc entre la situation initiale et la situation de référence trois profils d'évolution différents :

- pour les PM, les NO_x, le CO, les COVNM et le benzène, les émissions entre 2005 et 2035 sont diminuées grâce à l'évolution du parc roulant (objectifs réglementaires, volonté des constructeurs…) (catégorie 1, Tableau 7.7-1) ;
- pour le SO_2, cas particulier, les émissions seront nulles en 2035 grâce à la volonté de désulfurer au maximum le carburant lors de la production (catégorie 2, Tableau 7.7-1) ;
- enfin, pour les métaux lourds (nickel et cadmium), les émissions résultent essentiellement des frottements : leurs émissions augmentent d'ici 2035, car d'une manière générale, le trafic augmente (catégorie 3, Tableau 7.7-1) .

Tableau 7.7-1 : Comparaison des émissions annuelles 2005 et 2035 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)		6158	62248	123406	22441	1320	0	149	48
Hypothèses centrales	référence	1637	11070	25399	3282	186	0	177	57
	projet	1619	10892	24998	3230	183	0	175	56
	réduction des émissions référence – sit. init. (%)	-73%	-82%	-79%	-85%	-86%		19%	19%
	projet - référence	-19	-178	-401	-52	-3	0	-2	-1
	réduction des émissions projet – référence (%)	-1.1%	-1.6%	-1.6%	-1.6%	-1.5%	0	-1.3%	-1.4%

1 2 3

Emissions en situation de projet

En situation avec projet, les émissions des divers polluants diminuent par rapport à la situation de référence entre -1,1% et -1,6% selon les polluants et les scénarios (cf **Figure 7.7-1**). La réduction de trafic que crée l'arrivée de l'infrastructure du Réseau de Transport du Grand Paris a donc des conséquences globalement positives en termes d'émissions de polluants atmosphériques.

Ainsi, les émissions de particules fines <10µm issues du trafic routier sont réduites de 19 tonnes par an. Les émissions de NO_x diminuent quant à elles de 178 tonnes par an. Ces variations sont non négligeables mais relativement petites par rapports aux évolutions prévues entre la situation initiale 2005 et la situation 2035, comme le montre la figure ci-dessous pour chacune des trois catégories de polluants identifiées précédemment.

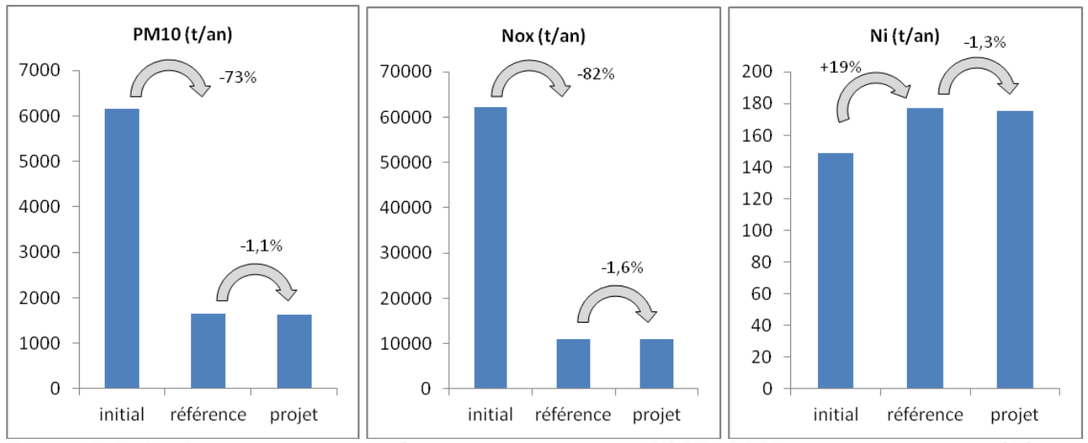


Figure 7.7-1 : Comparaison des émissions annuelles 2005, 2035 en situation de référence et en situation avec projet, pour les PM_{10}, le NO_x et le Nickel (hypothèses centrales)

Répartition spatiale des émissions et impact sur les concentrations

De manière générale, les émissions sont fortement liées aux flux de trafic. Ainsi, sur la plupart des axes routiers subissant une réduction des flux de trafic suite à l'arrivée du projet, on observe généralement également une diminution des émissions. Au contraire, lorsque les flux sont plus élevés dans la situation de projet que dans la situation de référence, on observe un accroissement des émissions.

Les figures suivantes représentent les différences de concentrations de PM_{10} et NO_2 entre la situation de projet et la situation de référence à proximité de la ligne. 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.

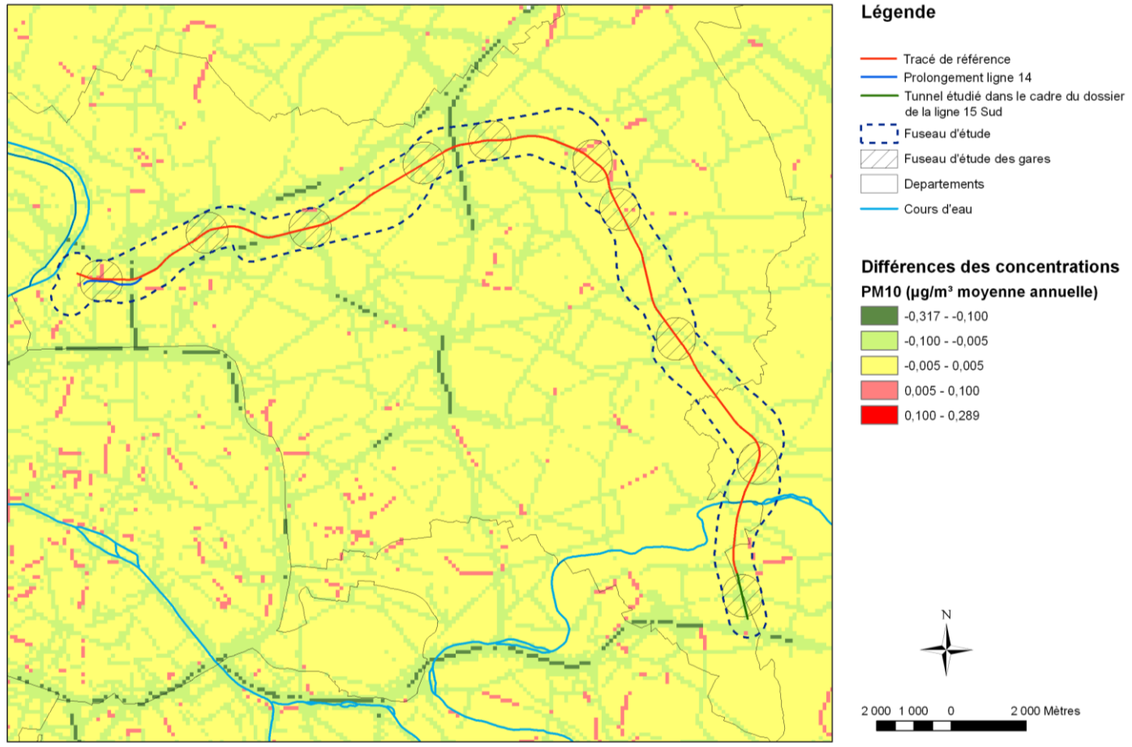


Figure 7.7-2 : Différences des concentrations entre la situation de référence et de projet pour les PM_{10},(hypothèses centrales)

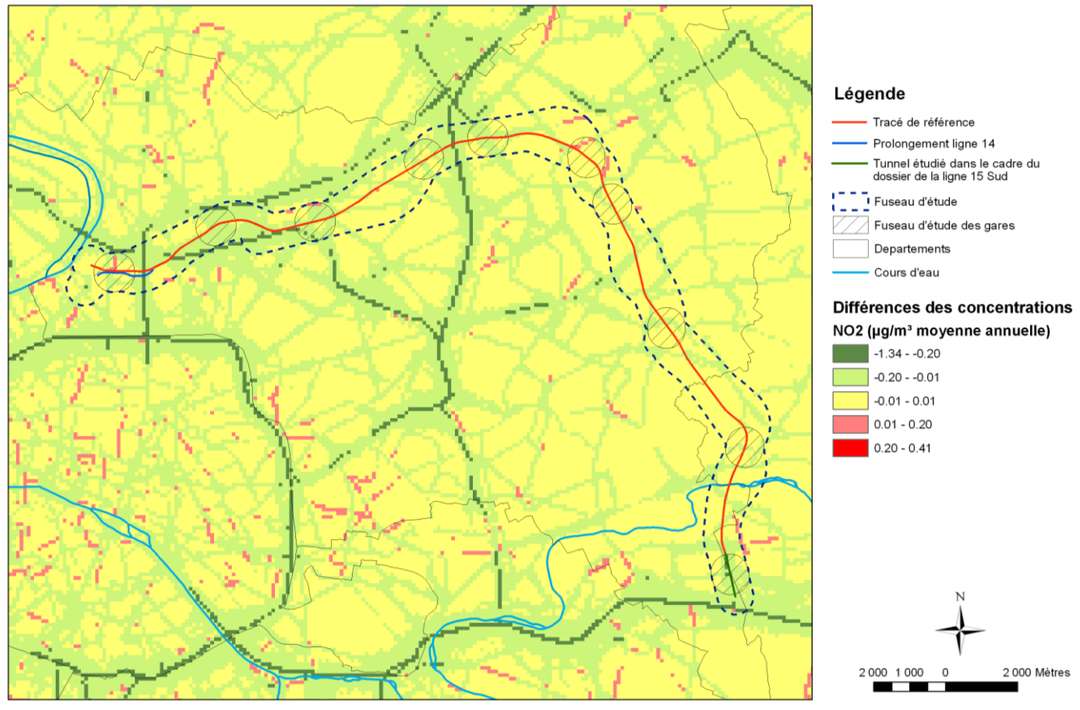


Figure 7.7-3 : Différences des concentrations entre les situations de référence et de projet, pour le NO_2, (hypothèses centrales)

L'analyse des incidences du Réseau de Transport du Grand Paris sur les émissions et concentrations de polluants atmosphériques en Ile-de-France a permis de montrer l'influence positive du projet sur la qualité de l'air.

Au niveau des émissions du trafic routier, le projet induit une diminution variant entre -1.5 et -2% des quantités émises de PM_{10}, NO_x, benzène, CO, COVNM, Ni et Cd. Ces diminutions des émissions induisent à leur tour une diminution des concentrations de polluants sur la majeure partie du territoire de l'Ile de France et principalement le long des grands axes routiers.

Enjeux de la qualité de l'air pour les gares de la Ligne 16

La localisation des nouvelles gares du projet représente un enjeu relativement important vis-à-vis de la qualité de l'air. En effet, les usagers transitant par les gares seront exposés aux concentrations ambiantes de polluants atmosphériques. Les usagers accédant ou sortant du réseau de transport en commun au niveau de ces gares seront également des sources potentielles d'émissions de polluants s'ils décident d'utiliser un véhicule motorisé pour se rendre ou repartir de ces gares.

Les gares du projet ont donc été étudiées afin d'évaluer leur susceptibilité à subir des concentrations élevées de pollutions atmosphériques. Deux paramètres ont été utilisés afin d'identifier les gares les plus susceptibles :

- la quantité de trafic en HPM à proximité de la gare (buffer 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 :

Tableau 7.7-2 : 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
Aulnay	faible	très faible	faible
Chelles	très faible	intermédiaire	intermédiaire
Clichy-Montfermeil	très faible	faible	très faible
La Courneuve Six-Routes	fort	très faible	très faible
Le Blanc-Mesnil	faible	très faible	très faible
Le Bourget RER B	intermédiaire	fort	fort
Noisy-Champs	fort	intermédiaire	fort
Saint-Denis Pleyel	très faible	intermédiaire	faible
Sevran-Beaudottes	très faible	faible	très faible
Sevran-Livry	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 du Bourget RER B et de Chelles.

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.

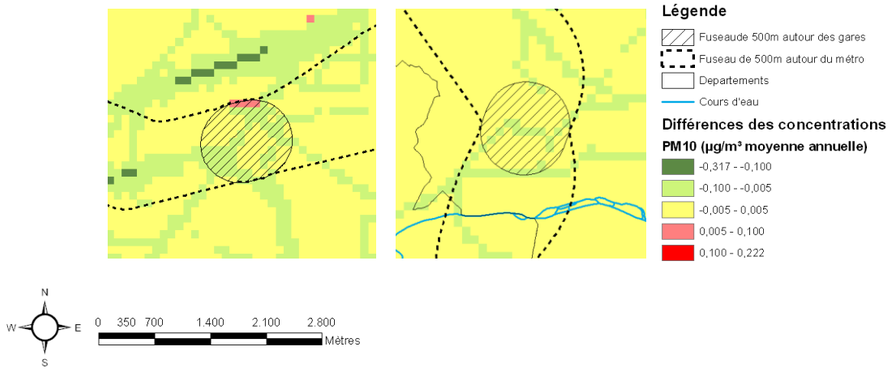


Figure 7.7-4 : Zooms sur les gares identifiées comme potentiellement à risque, cas du PM_{10}.

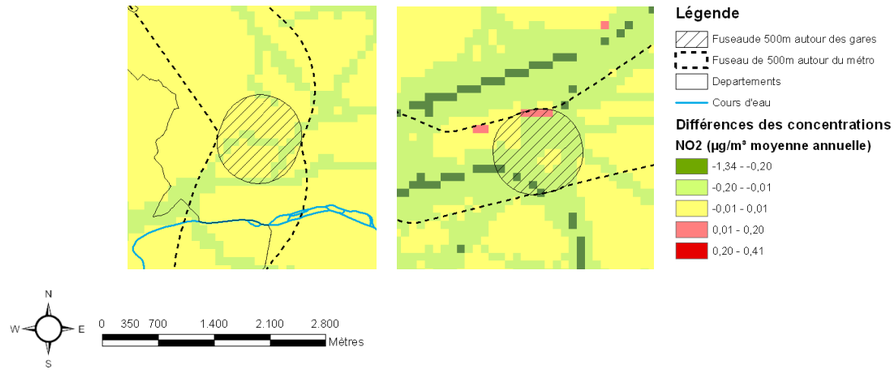


Figure 7.7-5 : Zooms sur les gares identifiées comme potentiellement à risque, cas du NO_x.

La figure révèle que le projet permet généralement de réduire les concentrations en PM_{10} et en NO_x dans les zones des gares, et plus particulièrement le long des axes routiers.

De manière générale, il faudra tout de même limiter au maximum l'augmentation du trafic à proximité des gares à enjeu fort en mettant en place des mesures visant à favoriser l'utilisation des modes doux pour accéder aux gares au détriment de la voiture particulière.

Conclusion

Le projet de métro du Réseau de Transport du Grand Paris contribue à l'amélioration de la qualité de l'air en Ile-de-France et à proximité du projet. Globalement, le projet permet une réduction de -1.1% à -1.6% des émissions de particules fines (<10µm), NO_x, COVNM, benzène, nickel et cadmium d'après les hypothèses centrales.

Mesures

Mesures de réduction, mesures d'évitement, effets résiduels, mesures de compensation aux effets résiduels

Le projet du Réseau de Transport du Grand Paris permet globalement d'améliorer la qualité de l'air. Seule une mesure de réduction des impacts a été identifiée. Il s'agit par la suite d'envisager les mesures qui permettront d'optimiser les impacts positifs du projet plus que de prévoir des mesures visant à compenser des nuisances occasionnées.

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[61] recommande :

- de réduire les émissions à la source par des actions portant à la fois sur les matériaux de roulage, de freinage et d'aménagement des voies ;
- d'optimiser les dispositifs de ventilation et de filtration, de les dimensionner en fonction de la fréquentation et de l'intensité du trafic et de veiller à ce que toutes les stations souterraines soient ainsi équipées ;
- d'encourager l'équipement de rames avec ventilation réfrigérée qui a prouvé son efficacité sur les lignes SNCF franciliennes ;
- de poursuivre la surveillance de la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines de toutes les agglomérations françaises, afin d'apprécier les évolutions de la contamination particulaire ainsi que l'impact des actions correctives entreprises.

Il sera judicieux de se référer à ces préconisations lors de la mise en place du métro automatique. De plus, il est suggéré de procéder à des études plus approfondies sur les méthodes et technologies qui permettent de réduire les émissions de particules. Parmi les solutions envisageables, on peut citer la mise en circulation par la RATP de trains dotés d'une gestion optimisée des systèmes de freinage électriques qui provoqueraient une baisse de 20 à 25% d'émissions de poussières. La surveillance de la qualité de l'air évoquée précédemment est d'autant plus intéressante dans les gares de la Ligne 16 qu'elle pourra bénéficier du retour d'expérience apporté par la Ligne 15 Sud mise en circulation 2 ans auparavant.

En ce qui concerne les gares identifiées comme à enjeux (Le Bourget RER, Chelles, et Noisy-Champs), le trafic routier dans leurs zones d'influence devra être réduit au maximum afin de diminuer les concentrations en polluants atmosphériques à proximité des gares, où le nombre de personnes en transit est important (et donc le nombre de personnes exposées). On peut par exemple inciter l'utilisation de modes doux afin de rejoindre la gare.

Mesures d'optimisation de l'amélioration de la qualité de l'air

Le projet permet une amélioration de la qualité de l'air en Ile-de-France grâce à une diminution du trafic routier et de la congestion.

L'incitation au report modal vers les transports en commun

Cet impact est donc directement lié au report modal de la route vers les transports en commun. Toutes les mesures incitant à l'utilisation des transports en commun au détriment des véhicules particuliers devraient donc entraîner une augmentation du report modal et par conséquent provoquer une amélioration supplémentaire de la qualité de l'air.

La plupart de ces mesures sont du ressort des pouvoirs publics et doivent être pensées de manière stratégique à l'échelle régionale, puis transcrites de manière opérationnelle à l'échelle locale.

Parmi ces mesures, on retrouve d'abord celles qui influencent directement l'utilisation des véhicules particuliers, par exemple, la mise en place d'une politique de stationnement restrictive en zones urbaines denses ou d'un péage urbain. Ces mesures rendent l'utilisation de la voiture plus onéreuse et ont un effet dissuasif.

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.

En parallèle, toutes les mesures visant à améliorer la qualité de l'utilisation des modes « doux » de déplacement permettront d'opérer un changement effectif du comportement de déplacement des individus. La notion de « qualité » englobe toutes les composantes liées à la tarification d'un moyen de transport, à la qualité de sa desserte, à son confort d'utilisation, à la sécurité d'un trajet, etc. Parmi ces mesures, on peut citer notamment : la création d'aménagements urbains adaptés aux cyclistes et aux piétons (stationnement, pistes cyclables, éclairage, signalisation, etc.)

L'aménagement de l'espace rural et urbain doit également être pensé en cohérence avec la politique de transport menée. En effet, l'implantation des zones d'habitation et des bassins d'emploi a des conséquences directes sur les déplacements domicile/travail et donc sur les flux de trafic routier, émetteurs de polluants. Un levier efficace pour réduire les distances de déplacements et, ainsi, inciter à l'utilisation de modes de transports alternatifs est la densification de l'urbanisation couplée à une mixité urbaine et fonctionnelle, en particulier autour des gares. Les contrats de développement territorial prévus par la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris seront, dans ce cadre, un outil déterminant pour renforcer les effets de l'infrastructure.

Le métro du Grand Paris améliore, par ailleurs, la desserte en transport en commun de nombreuses zones du territoire de l'Ile-de-France. Il permet dans ce sens une augmentation importante de l'acceptabilité de mesures plus restrictives comme la circulation alternée ou l'interdiction aux véhicules les plus polluants de circuler en cas de pic de pollution. A ce titre, La Ligne 16 permettra, par sa position, de renforcer cette desserte puisqu'il permet de relier la branche ouest de la ligne orange (à Noisy-Champs) au nord de la ligne rouge (reliant la Ligne 17 du Bourget RER au Mesnil-Amelot en passant par l'Aéroport CDG), ainsi que d'assurer la correspondance de l'ensemble des lignes ferroviaires radiales qu'il croise (notamment les RER A, B, et E).

L'analyse des variations de concentrations de polluants atmosphériques entre la situation de référence et la situation de projet a montré l'effet positif du projet principalement le long des grands axes routiers. L'analyse a également montré que certaines zones localisées pouvaient, au contraire, subir une augmentation de trafic limitée et donc une augmentation des concentrations de polluants. Il est évident qu'un changement profond du système de transport tel que celui insufflé par l'arrivée du Grand Paris modifie l'ensemble des flux de trafic et peut mener dans certaines zones à des augmentations de trafic. Il n'est pas possible à ce stade de planifier l'organisation de toutes les routes locales de l'Ile-de-France. Cependant, il sera crucial pour toutes les communes fortement impactées par l'arrivée du Grand Paris d'adapter leur plan de circulation. Des mesures locales devraient ainsi permettre de rediriger le trafic routier afin de protéger les zones d'habitats.

Mesures de suivi dans le temps

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.

[61] 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

7.7.2 Environnement sonore

Se référer à la partie « Bruit » du chapitre précédent.

7.7.3 Sécurité routière

7.7.3.1 Rappel des enjeux

Les accidents de la circulation routière comptent parmi les premières causes d'années potentielles de vie perdue. Le report modal induit par le métro du Réseau de Transport du Grand Paris permettant de réduire l'intensité du trafic routier, il pourrait par conséquent influer sur le nombre d'accidents de la route et donc sur la santé des franciliens.

Les moyens de transport, qu'ils soient collectifs ou individuels ne sont pas à l'abri d'accidents. Les accidents sur un réseau de métro automatique existent mais sont très rares : la présence de portes palières sur les quais empêchent les individus d'accéder aux rails, où la plupart des accidents graves de voyageurs se produisent. Le nombre d'accidents sera donc très faible. Les accidents de la route sont, par contre, beaucoup plus fréquents.

7.7.3.2 Impacts et mesures en phase chantier

Impacts

A. *Impact direct : perturbation des zones de circulation des véhicules et de cheminement des piétons*

Le seul impact potentiel de la phase de travaux sur la sécurité routière est lié à l'aménagement temporaire de la voirie lorsque les zones de chantiers empiètent sur les espaces de circulation des véhicules sur la voirie existante. Cet impact n'est pas quantifiable, mais doit toutefois être souligné dans le cadre de cette étude.

Mesures

Mesures de réduction et d'évitement

Les mesures à mettre en place afin d'éviter tout accident de la route et de garantir la sécurité des personnes (conducteurs comme piétons) doivent respecter les normes de sécurité à proximité des zones de chantiers. Des règles de circulation temporaires adéquates, accompagnées d'une signalisation claire et visible pour tout usager, doivent être mises en place en conséquence. De la même façon, une attention particulière doit être accordée aux piétons et à leurs conditions de cheminement aux abords de la zone de chantier. Ces mesures temporaires seront nécessairement prises en plaçant la sécurité des personnes fréquentant les abords de la zone de chantier au cœur de la problématique de chaque zone de travaux afin d'y éviter tout risque d'accident.

Effets résiduels et mesures de compensation aux effets résiduels

Aucun effet résiduel notoire n'est issu de la phase chantier du point de vue de la sécurité routière.

7.7.3.3 Impacts et mesures en phase d'exploitation

Impacts

- *Impact indirect : diminution de nombre d'accidents et de blessés sur les routes franciliennes*

Pour évaluer l'impact du report modal sur le nombre d'accidents après la mise en place du Réseau de Transport du Grand Paris, 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.

Il a été différencié trois types de routes en fonction du trafic supporté et des vitesses autorisées. De plus, l'analyse de l'état initial a montré que le nombre d'accidents est globalement à la baisse. Il a donc été nécessaire de projeter les taux observés actuellement à l'horizon 2035, ce qui a été fait à partir de l'évolution 2005-2010 issue de Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010, (2011). Les chiffres obtenus pour 2035 sont présentés dans le Tableau 7.7-3.

Tableau 7.7-3 : Taux d'accidents/blessés/tués par millions véh.km pour 2035 (source : projection : STRATEC, données 2005-2010 : Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010, (2011)

Taux d'accidents/blessés/tués par millions de véh.km				
	Accidents	Blessés légers	Blessés graves	Tués
Autoroutes	0,0200	0,0275	0,0115	0,0006
RN + RD	0,0634	0,0871	0,0377	0,0018
Agglomération	0,1123	0,1543	0,0199	0,0010

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 7.7-4.

Tableau 7.7-4 : Nombre d'accidents, de blessés et de tués évités avec la mise en service de la Ligne 16 en 2023 et avec la mise en service de l'ensemble du Réseau de Transport du Grand Paris en 2030.

Nombre évité avec la mise en service de la Ligne 16 à l'horizon 2023	Nombre d'accidents	-39.2
	Nombre de blessés légers	-56.4
	Nombre de blessés graves	-12.9
	Tués	-0.6
Nombre évité avec la mise en service de l'ensemble du réseau à l'horizon 2030	Nombre d'accidents	52.7
	Nombre de blessés légers	72.4
	Nombre de blessés graves	15.4
	Tués	0.8

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 près de 40 accidents et plus de 56 blessés évités en 2023 grâce à la mise en place de la Ligne 16. De la même façon, la mise en service du l'ensemble du réseau en 2030 permettra d'éviter près de 53 accidents ainsi que 72 blessés.

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 du métro du Réseau de Transport du Grand Paris.

Mesures

Mesures de réduction, mesures d'évitement, effets résiduels, mesures de compensation aux effets résiduels

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.

Mesures de suivi dans le temps

L'étude des chiffres issus des statistiques annuelles d'instituts publics tel que l'Observatoire de la Sécurité Routière d'Île-de-France permet un suivi dans le temps des prévisions de diminutions des accidents de la route.

7.7.4 Synthèse des impacts

Les impacts principaux du projet sur la santé des franciliens sont en relation directe avec la diminution du trafic routier et l'amélioration des conditions de circulation. Comme détaillé précédemment, le projet devrait notamment permettre une réduction des émissions de polluants et donc une diminution des troubles respiratoires dus aux pollutions atmosphériques.

Outre ces impacts liés aux pollutions atmosphériques, la diminution de trafic devrait également induire une diminution des accidents de la route. Cet impact est cependant largement dépendant des mesures d'accompagnement qui seront mises en place pour sécuriser les circulations en Ile-de-France. A proximité du projet, la diminution de trafic étant de l'ordre de 0,3%, on peut donc s'attendre à une légère réduction des accidents de la route. Ainsi, ce sont près de 40 accidents et plus de 56 blessés évités en 2023 grâce à la mise en place du projet. En 2030, l'impact de l'ensemble du réseau permet d'atteindre 53 accidents évités et plus de 72 blessés évités au cours de l'année grâce à la mise en service du projet.

7.8 Synthèse à l'échelle du Grand Paris Express

ELEMENTS A L'ECHELLE DU GRAND PARIS EXPRESS

Mobilité

Sur base des hypothèses de population et d'emploi présentées précédemment, l'augmentation de la demande de transport public en Ile-de-France d'ici 2030 sera globale, mais se fera surtout 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 (+62 400 voyageurs à l'heure de pointe du matin et une diminution de 1,4%, soit 18 700 véhicules, à l'heure de pointe du matin). Sur le réseau routier, la longueur d'axes congestionnés sera alors réduite de 55 kilomètres (-4 %).

La fréquentation prévisionnelle du réseau de métro automatique, issue du modèle de trafic de la DRIEA, sera de l'ordre de 80 700 voyageurs à l'heure de pointe du matin. En moyenne, le métro automatique fera gagner 7 minutes à chaque utilisateur (le trajet moyen actuel en Ile-de-France est de 24 minutes).

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. Là où la capacité des axes routiers le permet, des parkings relais seront construits, facilitant le report modal de la voiture vers les transports publics.

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 de Transport du Grand Paris offrira une amélioration considérable du maillage du réseau existant. Sur les 57 gares du métro, 39 (soit 70%) 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.
Ces effets positifs, accompagnés de mesures favorisant le report modal telles que l'implantation de parkings relais, seront accentués.

Les gares du métro automatique vont agir comme des pôles attracteurs, aussi bien des transports publics que des transports privés (rabattement des automobilistes). D'autre part, les nouvelles activités susceptibles de s'y installer généreront également un trafic supplémentaire sur les voiries locales auquel s'ajoutent les nuisances sonores directes liées au fonctionnement de ces nouvelles infrastructures.
Par conséquent, l'accès aux gares ainsi que le développement des zones à leurs abords risquent d'induire des variations de trafic importantes, soit un impact sonore significatif, en particulier le long des voiries locales de quartier.

Urbanisation

L'exercice de définition des scénarios d'urbanisation avec et sans projet d'ici à 2035 réalisé à l'échelle régionale a permis d'évaluer la limitation potentielle de l'étalement urbain sur l'ensemble du territoire francilien induite par la mise en œuvre du réseau Grand Paris Express. Les résultats de l'exercice mettent en évidence la préservation potentielle de 17 000 hectares d'espaces vierges et agricoles de l'urbanisation nouvelle d'ici à 2035.

A l'échelle de la région Ile-de-France, la préservation de 17 000 hectares d'espaces vierges et agricoles entraînerait un gain financier annuel de 8,7 millions d'euros. Des économies supplémentaires seront également réalisées, d'une part via les investissements éludés en coûts d'équipements dont le montant est évalué à environ 2,5 milliards d'euros, et, d'autre part, via les gains de coût d'exploitation des services publics y étant directement liés et estimés à plus de 410 millions d'euros par an.

Socio-économie :

Globalement, les premières hypothèses retenues en termes d'impacts de l'ensemble du réseau du Grand Paris sur la population et de l'emploi en Ile-de-France considèrent que le réseau devrait permettre de favoriser les créations d'emplois (entre 140 000 et 380 000 emplois nouveaux dans la région d'ici à 2035) et d'attirer davantage d'habitants en Ile-de-France (entre 69 000 et 182 000).

Ces hypothèses de croissance résultent d'une volonté politique qui repose sur le développement économique des grands territoires stratégiques de l'Ile-de-France, au premier rang desquels Paris et le cœur de l'agglomération parisienne. Au centre de cette stratégie : une infrastructure de transport en commun d'envergure qui permettra de relancer les potentiels des territoires qu'elle irriguera. Elle permettra d'accompagner ce projet de développement urbain et économique qui vise à réduire les déséquilibres sociaux, territoriaux et fiscaux au bénéfice de l'ensemble du territoire national.

Cette croissance de la population et de l'emploi serait ainsi particulièrement concentrée dans les communes qui seront desservies directement par l'infrastructure. A l'échelle régionale, un tiers de la croissance de la population et de l'emploi est notamment attendue dans les communes signataires d'un CDT tel que défini dans l'article 21 de la loi relative au Grand Paris. Les contrats de développement territorial participent à la réalisation de l'objectif de construction annuel de 70 000 logements géographiquement et socialement adaptés en Ile-de-France.

L'analyse des scénarios d'urbanisation a permis de montrer que, sous condition de la mise en place de mesures d'accompagnement adéquates, le Grand Paris pourrait permettre à l'échelle régionale de préserver 17 000 à 21 000 hectares d'espaces ruraux de l'urbanisation nouvelle d'ici 2035 grâce à la densification.

A l'échelle régionale, un tiers de la croissance de la population et de l'emploi est attendue dans les communes signataires d'un CDT tel que défini dans l'article 21 de la loi relative au Grand Paris.

Par ailleurs, les contrats de développement territorial participent à la réalisation de l'objectif de construction annuel de 70 000 logements géographiquement et socialement adaptés en Ile-de-France.

Energie

Le bilan énergétique du projet de métro du Grand Paris est globalement positif, en effet, les diminutions de consommation du trafic routier induite 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 644 390 tep.

L'impact du projet sur les consommations des véhicules routiers s'explique par deux processus distincts. D'une part, le report d'une partie des déplacements de la route vers les transports en commun induit une réduction des distances totales parcourues et donc une réduction des consommations. D'autre part, la diminution du nombre de véhicules circulant sur la route permet de réduire la congestion et donc d'accélérer les vitesses moyennes ce qui permet de réduire les consommations moyennes. Finalement entre 66 et 67% des gains sont dus à la diminution des distances parcourues tandis que le reste est dû à l'augmentation des vitesses.

Au total, le projet permet, entre la mise en service et l'année 2035, de réduire la consommation énergétique cumulée des transports de 69 175 tep.

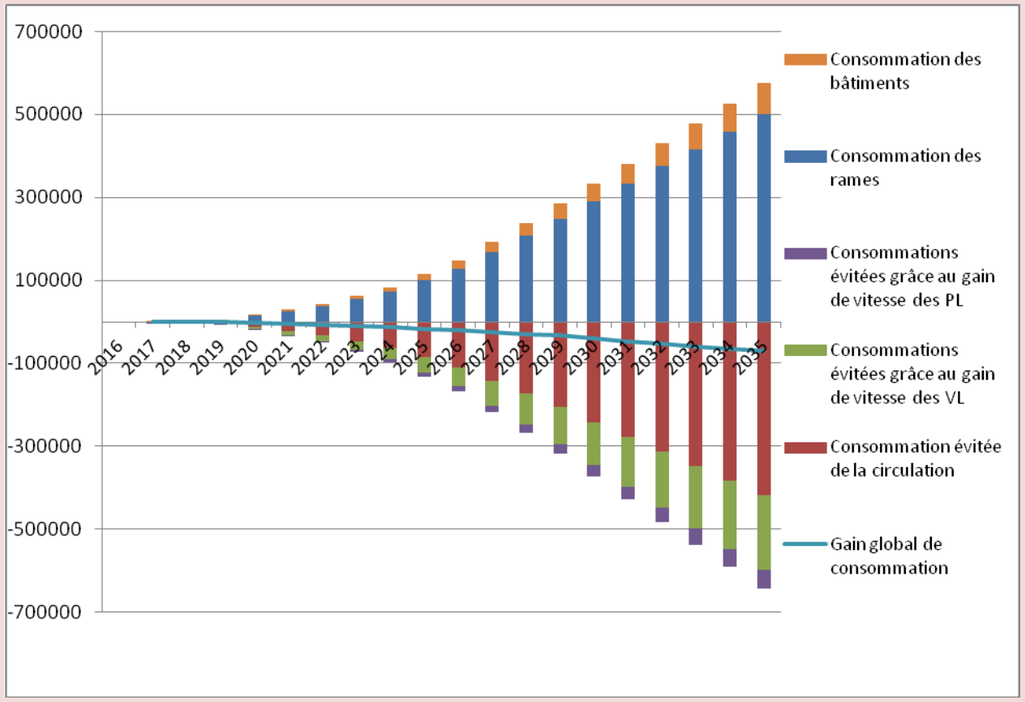


Figure 7.8-1 : Consommations énergétiques cumulées par poste.

Emissions de gaz à effet de serre

L'analyse des impacts potentiels du projet de métro du Grand Paris sur les émissions de gaz à effet de serre a fait l'objet d'une attention particulière d'abord lors de l'étude spécifique d'élaboration du CarbOptimum® qui a permis d'identifier clairement l'ensemble des postes d'émissions puis lors de la présente étude qui s'est attachée à quantifier précisément les flux de

gaz à effet de serre. Les résultats démontrent 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 puis lors de l'exploitation, aux émissions liées au fonctionnement du métro, à la mobilité et au développement territorial.

Globalement, le projet de métro du Réseau de Transport du Grand Paris devrait donc permettre de réduire de manière très significative les émissions de gaz à effet de serre et participer dans ce sens à atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre définis dans le Grenelle de l'environnement.

Environnement sonore

Comme tout chantier d'envergure, la réalisation des travaux produira des nuisances sonores pour les riverains. Les sources de bruits les plus gênantes sont constituées par les engins et les équipements de chantier ainsi que l'évacuation des déblais.

Les nuisances sonores engendrées par la phase chantier dépendront beaucoup du type, de la localisation et de la surface des emprises ainsi que de la méthode constructive choisie.

Ainsi les travaux à ciel ouvert, en particulier au niveau des points d'attaques des tunneliers, constitueront les chantiers les plus sensibles. Les travaux effectués en souterrain par les tunneliers ou sous dalle pour les gares seront moins gênant car cette méthode de construction réduit fortement l'emprise et la durée du chantier et limite les nuisances sonores.

Les nuisances sonores à prévoir seront donc prépondérantes en phase d'aménagement des emprises et lors des travaux de génie civil.

En phase d'exploitation, les zones calmes où le métro est en souterrain seront peu impactées sauf localement et faiblement à proximité des puits de ventilation et des gares. Si les traitements anti-bruits sont bien adaptés, l'impact résiduel en phase d'exploitation sera négligeable. Le développement potentiel de commerces aux alentours des gares peut potentiellement induire l'apparition des sources sonores telles que des équipements techniques, bruits de voisinages (Afflux de piéton, terrasses extérieurs d'établissement HoReCa…), livraisons de poids lourds…

Qualité de l'air

A l'échelle régionale, le projet permet à l'horizon 2035 une réduction de -1,1% à -1,6% des émissions de particules fines (<10µm), NOx, COVNM, benzène, nickel et cadmium issues du trafic routier selon les scénarios. Les émissions de particules fines <10µm issues du trafic routier sont ainsi réduites de 19 tonnes par an et celles de NOx de 178 tonnes par an.

La réduction de trafic que crée l'arrivée du métro du Grand Paris a donc des conséquences globalement positives à la fois en termes d'émissions de polluants atmosphériques et de concentration globale de polluants atmosphériques. Ces variations sont toutefois relativement limitées par rapport aux améliorations prévues entre la situation initiale 2005 et la situation 2035, ceci notamment grâce à l'amélioration du parc automobile (PM10: -73% des émissions routières et -0.1 µg/m³ de la concentration moyenne annuelle ; NOx: -82% des émissions routières et -0.2 µg/m³ de la concentration moyenne annuelle).

Globalement, l'impact est maximum aux alentours des grands axes sur lesquels le trafic est fortement diminué par l'arrivée du métro, notamment le périphérique, l'A1, l'A15, l'A12 et l'A6 ainsi que sur les axes reliant les zones desservies par le métro du Grand Paris.

Les diminutions des concentrations de polluants issus du trafic routier induites par le projet permettent de réduire les zones subissant un dépassement des normes annuelles (-3.3% pour les zones où la concentration moyenne annuelle de NO2 > 40 µg/m³ et -2.0% pour les zones où la concentration en PM10 > 30 µg/m³). Le croisement de ces données et des données de population a ainsi permis d'estimer que le projet permettra de diminuer le nombre de personnes potentiellement concernées par ces dépassements de 2786 à 3061 personnes (soit -1.4 % à -1.5%) pour les PM10 et de 6366 à 6820 (soit -2.5%) pour les NO2.

8 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement mises en œuvre à l'échelle du projet

La présente partie présente une synthèse des impacts identifiés et des mesures d'accompagnement envisagées dans les chapitres 4 à 7 de ce document 2/3.

Au-delà de la première partie qui rappelle que, les études de conception n'étant pas terminées, il est possible d'incorporer au projet de nombreuses mesures permettant d'éviter ou de réduire « à la source » des impacts, cette synthèse se veut le pendant de la synthèse des enjeux faite au chapitre 6 du document 1/3 relatif à l'état initial.

8.1 L'évitement des impacts dès les phases d'étude de conception

La mesure d'accompagnement la plus efficace est celle qui permet de ne pas créer d'impact. Ce type de mesure a souvent des effets corollaires positifs sur diverses thématiques et sur le budget général du projet.

De fait, il faut comprendre que l'adaptation d'un projet, dès les phases d'étude préliminaires, permet d'orienter les différents aménagements de ce dernier vers des esquisses diverses dont l'une s'assimile à celle de moindres contraintes. C'est cette dernière qui est alors retenue comme projet étudié. Ainsi, éviter un impact revient, la plupart du temps, à maitriser ce dernier dès les phases amont à la réalisation de l'étude d'impact du projet.

Dans le cadre de la réalisation du projet étudié, les réflexions amont menées par la Société du Grand Paris avec les différents gestionnaires du territoire et les bureaux d'étude environnementaux et de conception technique a permis d'affiner notamment :

- Le tracé vu en plan du projet,
- Le profil en long de l'infrastructure,
- L'implantation des différentes émergences afin notamment de réduire les emprises chantiers nécessaires et les acquisitions foncières préalables,
- Les méthodes constructives concernant le tunnel mais également l'ensemble des ouvrages (gares, puits, puits tunnelier).

Ainsi, les principales mesures d'évitement mise en œuvre dès les phases amont de réflexions correspondent :

- A une adaptation du tracé et du positionnement des gares sur chaque commune ;
- Le positionnement des gares a notamment demandé une coordination particulière impliquant des rencontres avec les acteurs publics locaux. Sur cette base, la recherche d'une localisation précise des gares a été entreprise en prenant soin de minimiser les impacts environnementaux et urbains pressentis ;
- A une adaptation du système de transport suite aux évolutions apportées à l'exploitation des différentes lignes à l'échelle du Grand Paris Express. La déconnexion de la ligne 16 et de la ligne 17 de la rocade autour de Paris a engendré une division par 2 de la longueur des quais et des trains ;
- De fait, les quais ont été raccourcis à 54m (pour 120m initialement), réduisant la taille de la « boite gare » et ainsi ses impacts sur le contexte urbain et environnemental local ;

La recherche du positionnement des puits de ventilation et d'accès aux services de secours, avec pour contrainte une inter-distance maximale de 800m entre chacun d'entre eux. Le positionnement de ces puits a été entrepris dès les phases les plus amont des études en prenant en compte les acquisitions nécessaires, les impacts environnementaux et les coûts associés.

La définition des méthodes constructives des différents ouvrages parallèlement à la réalisation de l'étude d'impact. De fait :

- La réalisation du tunnel en tunnelier, permettant la réalisation de parois étanches à l'avancement,
- La réalisation des ouvrages émergents en tranchées couvertes, suivant une méthode dites de « parois moulées », limitant les éventuels rabattements de nappes nécessaires à la mise hors d'eau du fond de fouille de chaque ouvrage.

8.2 Synthèse des impacts et des mesures d'accompagnement

Cette partie est organisée en miroir des enjeux présentés au chapitre 6 du document 1/3.

Géologie et géotechnique

La construction de l'infrastructure souterraine nécessite de créer des excavations pour y implanter le tunnel et les ouvrages annexes. terrains en place.

La technique du tunnelier a l'avantage de produire une tube de 9,50 mètres environ de diamètre externe étanche. La zone de travail est mise hors d'eau à l'avancement sans nécessité de pompage. Le déblaiement des terrains par la roue de coupe perturbe le sous-sol et crée des vibrations.

Les ouvrages annexes sont construits en tranchée couverte. La réalisation de l'excavation depuis la surface nécessite la mise en œuvre de parois de maintien de la fouille sous forme de parois moulées.

Ces parois moulées ont de multiples rôles. Outre le rôle mécanique de maintien des parois de la fouille, elles ont un rôle mécanique de mur porteur lorsque l'excavation est utilisée comme ouvrage annexe (puits, gare) et ont un rôle d'écran peu perméable vis-à-vis des eaux souterraines.

Les impacts potentiels identifiés en phase chantier relatifs aux risques géologiques sont les suivants :

- Dissolution possible du gypse : La disparition du gypse par dissolution crée des vides au sein de la structure rocheuse qui la fragilisent et la rendent sensible aux vibrations. (ce phénomène peut engendrer des tassements différentiels) ;
- Déstabilisation possible liée à la présence d'anciennes carrières souterraines, principalement d'exploitation du gypse ;
- Phénomène de retrait et gonflement des argiles : du pour l'essentiel à des variations de volume de formations argileuses sous l'effet de l'évolution de leur teneur en eau ;
- Glissements de terrain : localisés dans le secteur de Chelles.

La mise en œuvre des parois moulées avec des critères de performances sur leurs caractéristiques mécaniques permet de réduire considérablement les impacts après leur installation. Les études de conception de ces parois moulées sont primordiales dans leur efficacité géotechnique. Elles n'éliminent cependant pas tous les impacts et tous les risques.

Les impacts sont maîtrisés dès la phase chantier cependant, en phase exploitation, des impacts peuvent être déclenchés à relativement long terme, en particulier ceux liés à des dissolutions de matériaux gypseux notamment par la perturbation des écoulements souterrains ou ceux liés à la déstabilisation des ouvrages par un phénomène de retrait et gonflement des argiles.

Afin d'éviter les dommages au projet liés aux risques géologiques, les mesures suivantes sont retenues :

- Consultation de l'Inspection Générale des Carrières (IGC) pour la gestion des risques relatives aux zones sous minées ;
- Techniques de prévention actives : comblement de la cavité avec un coulis de remplissage ou consolidation par la mise en place de piliers en maçonnerie ;
- Mesures de prévention passives : renforcement de la structure du tunnel afin de le rendre invulnérable aux dégradations de la cavité en utilisant des matériaux résistants à ce type de déformations ou en réalisant des fondations traversant les cavités ;
- Assurer la stabilité hydrique lors de la phase chantier pour la prévention des risques liés à la dissolution de gypse ou au retrait et gonflement des argiles : limiter les rejets hors du réseau d'assainissement, éviter tout pompage d'eau à proximité de la zone de travaux ;
- Supprimer / stabiliser la masse instable lorsqu'un glissement de terrain est identifié.

Ces mesures de réduction seront précisées dans le cadre des études géotechniques ultérieures, prévues notamment par le processus normalisé de la norme NF P 94-500.

Par ailleurs, un suivi des mouvements de terrain est également prévu pendant la phase de travaux et pendant la phase d'exploitation de la ligne.

Eaux souterraines, hydrogéologie

Les principaux impacts hydrogéologiques potentiels sont :

- Des phénomènes de rabattements de nappe d'eau souterraine : il s'agit de variations locales de la piézométrie, de perturbations dans le fonctionnement des nappes ;
- Des phénomènes d'effet barrage : 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 possible de la piézométrie en aval ;
- Une atteinte qualitative aux usages AEP.

Un impact indirect est l'atteinte à la bonne qualité des eaux souterraines, en effet, le pompage dans les nappes d'eau souterraines présentant une pollution significative est susceptible de favoriser une migration de polluants.

Afin de réduire les impacts décrits ci-avant, les mesures prises sont principalement constructives. La mise en œuvre des parois moulées permet d'éviter et/ou de réduire très fortement une grande partie de ces impacts.

Dès la phase de conception, l'ensemble des précautions constructives seront étudiées afin d'éviter des impacts permanents. Seul l'effet barrage peut persister en phase exploitation.

Le tunnel mis en place dispose d'un revêtement étanche posé au fur et à mesure du creusement. Le vide persistant entre la roche et la paroi extérieure du tunnel est comblé au fur et à mesure de l'avancement du chantier. L'ouvrage est raccordé de façon étanche aux tympans des stations. Ces dispositifs d'étanchéité (revêtement, vide annulaire, tympan) rendront l'effet de drainage très limité en phase d'exploitation.

Des dispositions constructives complémentaires sont susceptibles d'être mises en œuvre :

- Un approfondissement de la paroi moulée jusqu'à un horizon naturellement peu perméable ;
- Les terrains à la base de la fiche mécanique de la paroi moulée seront injectés par un coulis, de manière à réduire la perméabilité naturel de l'horizon ;
- Dans certains cas particulièrement sensibles, des dispositifs supplémentaires peuvent être ajoutés dans la construction pour favoriser la circulation de l'eau de part et d'autre de

l'ouvrage. Cette mesure très couteuse et difficile à mettre en œuvre sera prévue pour les sites où les études ultérieures démonteront que les effets potentiels résiduels resteront forts.

Vibrations

La gestion des vibrations et du bruit solidien produits par la mise en place de l'infrastructure et par son exploitation est un réel enjeu dans l'évaluation et la prise en compte des impacts du projet.

Compte tenu de la géologie et de la densité de l'urbanisation de la zone du projet, l'enjeu des vibrations est considéré comme sensible et nécessite une attention particulière.

Dès le lancement du projet, la Société du Grand Paris a retenu les choix suivants qui permettent de fait une réduction des émissions de vibrations à la source :

- Les dernières technologies en matière de matériel roulant et de rail limitant les émissions à la source seront mises œuvres.
- Le tracé présenté et retenu est en plan très direct, sans courbes serrées, ce qui participe à limiter les émissions à la source
- L'infrastructure souterraine est située à en moyenne 20 mètres en dessous du sol (soit un immeuble de 6 étages) et non juste sous la surface du sol comme dans la majeur partie du métro parisien voir du RER quand il n'est pas aérien.

De plus, pour le projet, la Société du Grand Paris prévoit la pose systématique d'un système antivibratoire. Il s'agira d'interposer une semelle antivibratile dans la voie, entre le rail et la plateforme, afin de réduire les vibrations à la source. Différentes techniques de semelles et de pose antivibratiles existent. La performance de ces différents dispositifs dépend de l'objectif d'atténuation recherché, entre 3 et 20 décibels.

Enfin, il convient de noter que la Société du Grand Paris s'engage dans la méthodologie suivante :

- A partir du tracé, établissement d'une cartographie des zones susceptibles de générer des nuisances vibratoires supplémentaires (par exemple, une zone d'appareil de voie) ;
- Pour chaque zone sensible, identification du type de bâti existant et de la présence d'installations sensibles aux nuisances vibratoires ;
- Pour les points sensibles identifiés, évaluer par simulations les nuisances qui pourraient être transmises par le sol ;
- Au moment des reconnaissances complémentaires précédant la construction du tunnel, réalisation de mesures sur le terrain pour vérifier la pertinence des simulations ;
- Enfin, suivant les résultats obtenus, décider des mesures complémentaires à adopter au niveau de l'assise de la voie : dispositifs antivibratiles plus performants. Pour les sites considérés comme particulièrement sensibles, des dispositifs coûteux et contraignants pour leur maintenance comme par exemple la réalisation de dalles béton dites flottantes pourra être envisagée.
- Une fois l'équipement du tunnel réalisé, des mesures de contrôle seront effectuées.

Occupation du sous-sol

Les ouvrages et fondations présents dans le sous-sol sont les véritables cibles des impacts décrits ci-dessus. En effet, les désordres engendrés dans le sous-sol sont susceptibles d'avoir des effets négatifs importants sur ces ouvrages.

Les impacts peuvent se traduire par des déstabilisations d'ouvrages et/ou de fondations ayant pour conséquences pour les ouvrages des fissurations et/ ou des ruptures.

La mise en place de suivis géotechniques, hydrogéologiques et vibratoires tout au long de la conception et du chantier permet de prévenir ces effets négatifs.

Sur certains secteurs, le contexte local conduira à poursuivre ces suivis en phase exploitation de manière à pouvoir prendre les dispositions nécessaires pour intervenir.

Enfin, dans les cas où des désordres directement liés au projet étaient constatés, un dispositif d'indemnisation sera mis en place.

Milieu physique superficiel

Le compartiment le plus contraint par les incidences du projet correspond au contexte hydrographique de surface.

Le projet, peut entraîner potentiellement les effets suivants :

- Des perturbations sur la qualité et le régime des écoulements des voies d'eau, plus particulièrement en phase travaux : canal de l'Ourcq, canal de Chelles et canal Saint-Denis
- Une modification locale des écoulements et rejets d'eau pluviale, au niveau des gares créées.

Le choix d'une réduction de la longueur de quais des gares permet d'une part d'inscrire la gare de Sevran-Livran entre les voies ferrées du RER B et le canal de l'Ourcq, sans engendrer d'impact fort sur ce dernier.

Par ailleurs, s'agissant de l'aqueduc de la Dhuis, l'implantation de la gare en limite permettra une requalification de la promenade sans impacter de manière forte la continuité.

En ce qui concerne la thématique de l'eau, le projet sera soumis à des procédures au titre de la loi sur l'eau. Ces dossiers ultérieurs présenteront les mesures précises retenues pour l'assainissement du chantier et de la gare en phase fonctionnement, la prise en compte des règlements type PPRI et PSS, l'entretien des engins de chantiers et des installations après mise en service, la mise en œuvre de mesures d'urgence en cas de déversements accidentels de polluants.

Milieu naturel

Les principaux milieux naturels sont les entités du site NATURA 2000 de la ZPS de Seine-Saint-Denis.

Les impacts potentiels sont la variation de niveau d'eau dans les plans d'eau en contact direct avec les eaux souterraines, engendrant potentiellement des perturbations des milieux naturels par assèchement,

Sur le premier point, les dispositions prises pour éviter et réduire les impacts hydrogéologiques permettent d'éviter l'incidence hydrogéologique du projet sur les plans d'eau des Parcs Georges Valbon et du Sausset, les seuls concernés. Il s'agit notamment de la mise en œuvre de parois moulées avec critères de performance sur la perméabilité permet de faire en sorte que l'aire d'influence résiduelle de l'abaissement de la piézométrie n'atteigne pas les plans d'eau concernés.

Les impacts du projet sur ces sites Natura 2000 sont considérés comme non significatifs.

S'agissant des autres sites sensibles de l'aire d'étude, il n'a pas été soulevé d'enjeux particulièrement importants. Néanmoins, des inventaires complémentaires sont prévus par la Société du Grand Paris. Dans le cas où des espèces protégées, faunistiques ou floristiques, étaient susceptibles d'être impactées par les ouvrages, une procédure de demande de dérogation à

l'interdiction de destruction des espèces protégées serait mise en œuvre. Des mesures de réduction spécifiques, et éventuellement de compensation seraient alors proposées.

Enfin, il convient de mentionner l'analyse multicritères des différentes variantes de localisation du tracé, présentée dans le rapport 2/3 de la présente étude d'impact, qui a permis de retenir le scénario qui évite les sites naturels ou écologiques les plus sensibles.

Etalement urbain

La densification de la zone concernée par le projet permettrait de réduire la consommation d'espaces agricoles ou naturels à l'échelle régionale. Néanmoins, le projet dessert une zone déjà très urbanisée où les espaces mutables ou urbanisables sont rares. Dans ce contexte, pour ce tronçon du réseau, l'économie possible est estimée comme limitée du fait de la faible capacité de densification.

L'évolution réelle de l'étalement urbain ne dépend pas seulement du projet. Elle résulte également de politiques publiques, que la mise en œuvre du projet peut cependant accompagner.

Consommation d'énergie

S'agissant du projet, le choix de retenir des matériels roulants de dernière génération permettra de réduire les consommations du métro. De plus, des dispositifs récents pourront être mis en place comme la récupération de l'énergie au freinage.

S'agissant des systèmes de ventilation, les équipements pourront s'adapter aux besoins réels (confort, renouvellement…) et ainsi participer à la réduction de la consommation énergétique.

A une échelle plus large, la mise en œuvre du projet interagit à plusieurs niveaux :

- Restructuration du bâti : la densification et la construction de certains ouvrages vont conduire à une restructuration du bâti pouvant être significative localement. Ce type d'opération passe par la destruction de bâtiments anciens non performants sur le plan énergétique et la construction de bâtiments nouveaux avec les réglementations actuelles, dont la RT2012 (réglementation thermique) ;

- Réduction potentielle de l'usage de la voiture individuelle : le report modal est l'un des objectifs prioritaires de la mise en œuvre du Grand Paris Express. La réduction de cet usage doit permettre une amélioration des conditions de circulation, au moins dans certaines zones, donc d'économiser de la consommation d'énergie fossile. De plus, les transports en commun consomment moins d'énergie par personne transportée à trajet équivalent.

Sur le premier point, la construction du projet est susceptible de favoriser le développement des opérations de restructuration urbaine, dont certaines sont déjà en cours de réalisation.

Ces opérations sont le seul moyen de passer d'un bâti ancien, souvent dégradé et peu performant, à un bâti récent bénéficiant pleinement des évolutions techniques et réglementaires, la RT2012 et les normes basse consommation par exemple.

Les effets potentiels à l'échelle du projet sont minimes, voire non perceptibles, sauf à mettre en œuvre des opérations de très grande envergure. En revanche à l'échelle de l'ensemble du Grand Paris Express, ces effets jouent à plein.

Sur le second point, le projet est la partie du Grand Paris Express où le report modal est susceptible d'être le plus important. En effet, le projet dessert la zone de Clichy-sous-Bois et de Montfermeil qui est très enclavée et permet aussi une liaison à l'est de Paris entre le RER A / Marne La Vallée et le RER B / Aéroport Roissy. Charles de Gaulle.

Ce report modal, qui réduit donc l'usage de la voiture individuelle, donc la consommation d'énergie, est cependant plus performant à l'échelle du Grand Paris Express. En effet, lorsque toutes les lignes seront mises en service, les possibilités de report modal seront maximisées.

Par exemple, l'établissement de la boucle autour de Paris permet d'offrir une meilleure desserte de pôle fortement habité ou comportant de très nombreux emplois comme La Défense ou Marne La Vallée. Leur accessibilité depuis les banlieues nord et sud est fortement renforcée, ce qui devrait contribuer à la réduction de trajets de ce type en voiture. De plus, cela réduirait le trafic au niveau de Chatelet-Les Halles, donc améliorerait le fonctionnement des RER A et B dans Paris.

L'évolution réelle de la consommation d'énergie ne dépend pas seulement du projet. Elle résulte également de politiques publiques, que la mise en œuvre du projet peut cependant accompagner.

Qualité de l'air – Facteur 4

En corollaire des points précédents, tout ce qui contribue à la réduction des consommations d'énergie, en particulier d'énergie fossile, permet d'améliorer la qualité de l'air. De même, tout ce qui contribue au maintien d'espaces naturels et agricole, et d'espaces végétalisés, permet également d'améliorer la qualité de l'air.

Les constats faits sur les échelles d'analyse pour les items précédents sont donc valables ici.

L'évolution réelle de la qualité de l'air ne dépend pas seulement du projet. Elle résulte également de politiques publiques, que la mise en œuvre du projet peut cependant accompagner, en particulier pour l'atteinte des objectifs fixés par les engagements officiels, dont ceux du Facteur 4.

9 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.

9.1 Compatibilité du projet avec les outils de structuration de l'espace

9.1.1 Opération d'Intérêt National (OIN)

Seule l'OIN du Val Maubuée sur le territoire de la commune de Champs-sur-Marne est concernée par le projet. Cette OIN est en voie d'achèvement et en attente du décret de clôture.

Le projet ne figure pas dans les documents de cette OIN et il n'est pas prévu de mise à jour. L'OIN sera clôturée sans prendre en compte le projet.

Aucune incompatibilité n'est à noter.

9.1.2 Contrat de Développement Territorial (CDT)

Comme l'indique le rapport 1/3 (état initial), les CDT sont issus de la loi n° 2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris. De fait, leurs caractéristiques législatives et réglementaires intègrent le projet. L'article 1 de la loi précitée dispose ainsi que le réseau de transport public du Grand Paris « *s'articule autour de contrats de développement territorial* ».

Par ailleurs, l'un des objets principaux des CDT est justement d'intégrer le projet et ses conséquences en termes d'urbanisation à une échelle supra communale.

De fait, le projet est compatible avec les CDT.

La Figure 9.2-1 ci-dessous rappelle les CDT concernés par le projet.

Le projet 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.

9.2 Compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme

9.2.1 Schéma Directeur de la Région Ile-de-France (SDRIF)

Le projet est compatible avec le SDRIF arrêté le 18 octobre 2013 par le Conseil régional et approuvé par décret le 27 décembre 2013.

9.2.2 Schémas de Cohérence Territoriale ou Schémas Directeurs (SCoT ou SD)

Des documents listés dans le rapport 1/3, seul le SCoT de Plaine Commune est en vigueur. Les autres sont en cours d'élaboration et intégreront donc le projet.

Ce SCoT a été approuvé en 2007 et modifié en 2009. Les communes du fuseau couvertes par ce SCOT sont la Courneuve, Aubervilliers et Saint-Denis.

Le projet est compatible avec le SCoT de Plaine Commune dans la mesure où il s'inscrit pleinement dans les objectifs d'intensification de la vie urbaine et dans l'intensification du développement autour des pôles de dessertes en transports collectifs.

La Figure 9.2-2 extraite de la cartographie des orientations d'aménagement du SCoT illustre le propos.

9.2.3 Plans Locaux d'Urbanisme ou Plans d'Occupation des Sols (PLU/POS)

Toutes les communes concernées par le projet sont dotées d'un PLU, sauf Le Bourget, Saint-Denis et Champs-sur-Marne, où le document d'urbanisme est un Plan d'Occupation des Sols (POS) en cours de transformation en PLU. La commune de Gournay-en-Marne est dotée d'un Plan d'Occupation des Sols, dont la dernière modification date de février 2013.

L'analyse détaillée des impacts du projet sur les PLU ou POS est détaillée dans les documents de **Mise en Compatibilité des Documents d'Urbanisme** qui figurent dans le dossier d'enquête publique au même titre que la présente étude d'impact. Pour une analyse complète, et pour la justification législative et réglementaire, le lecteur se reportera à ces documents.

Il y existe un document par commune qui précise :

Les éléments du document en vigueur : Rapport de présentation, PADD, zonages et règlement,

Les zones du PLU concernées par le projet,

Les incidences de la mise en œuvre du projet sur le zonage et le règlement,

Les propositions de modification de zonage et/ou de règlement pour rendre le document d'urbanisme compatible avec le projet.

Les documents d'urbanisme communaux sont donc compatibles avec le projet, au besoin après mise en compatibilité.

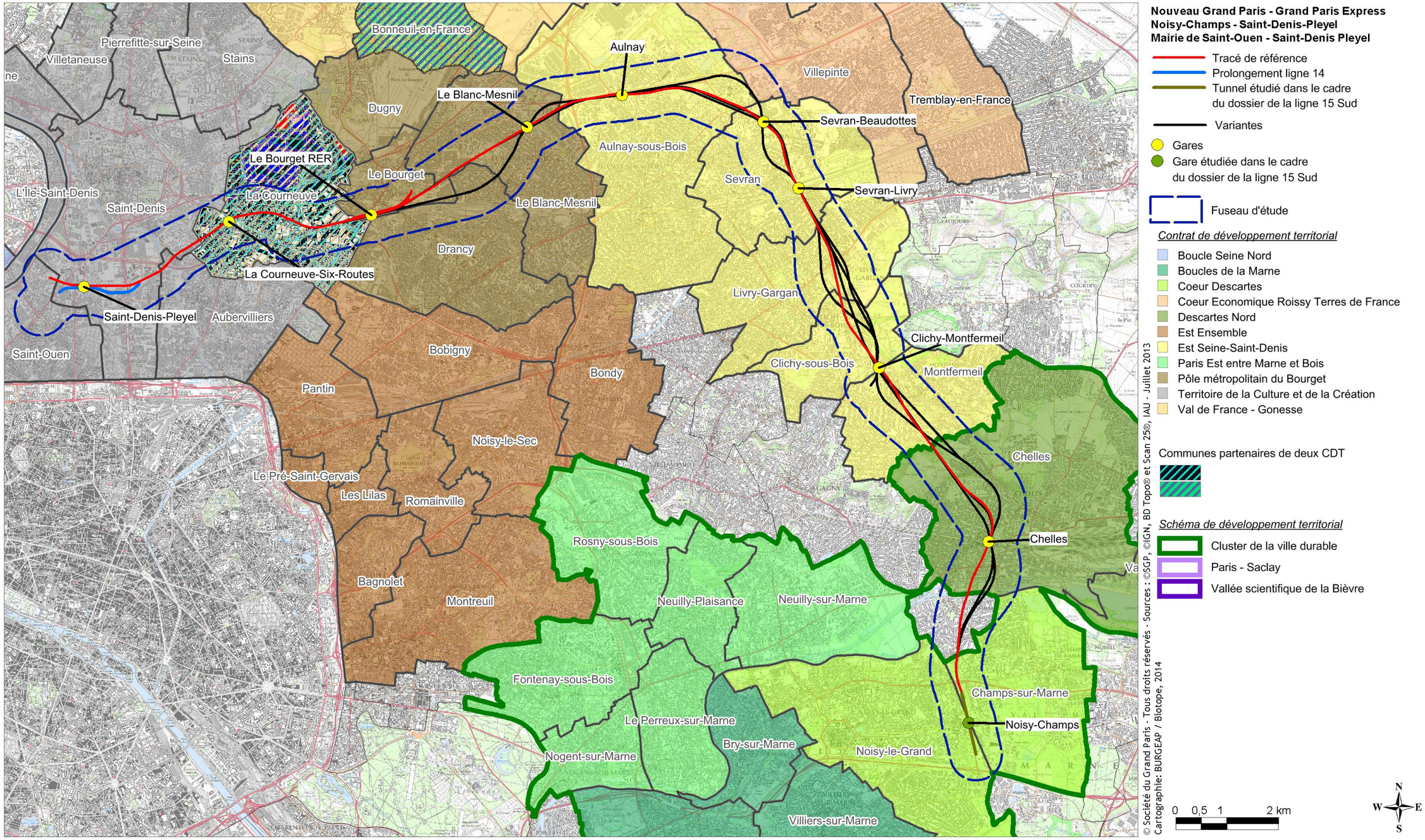


Figure 9.2-1 : Délimitation des périmètres des Contrats de Développement Territorial au sein du périmètre large d'étude (IAU-IDF)

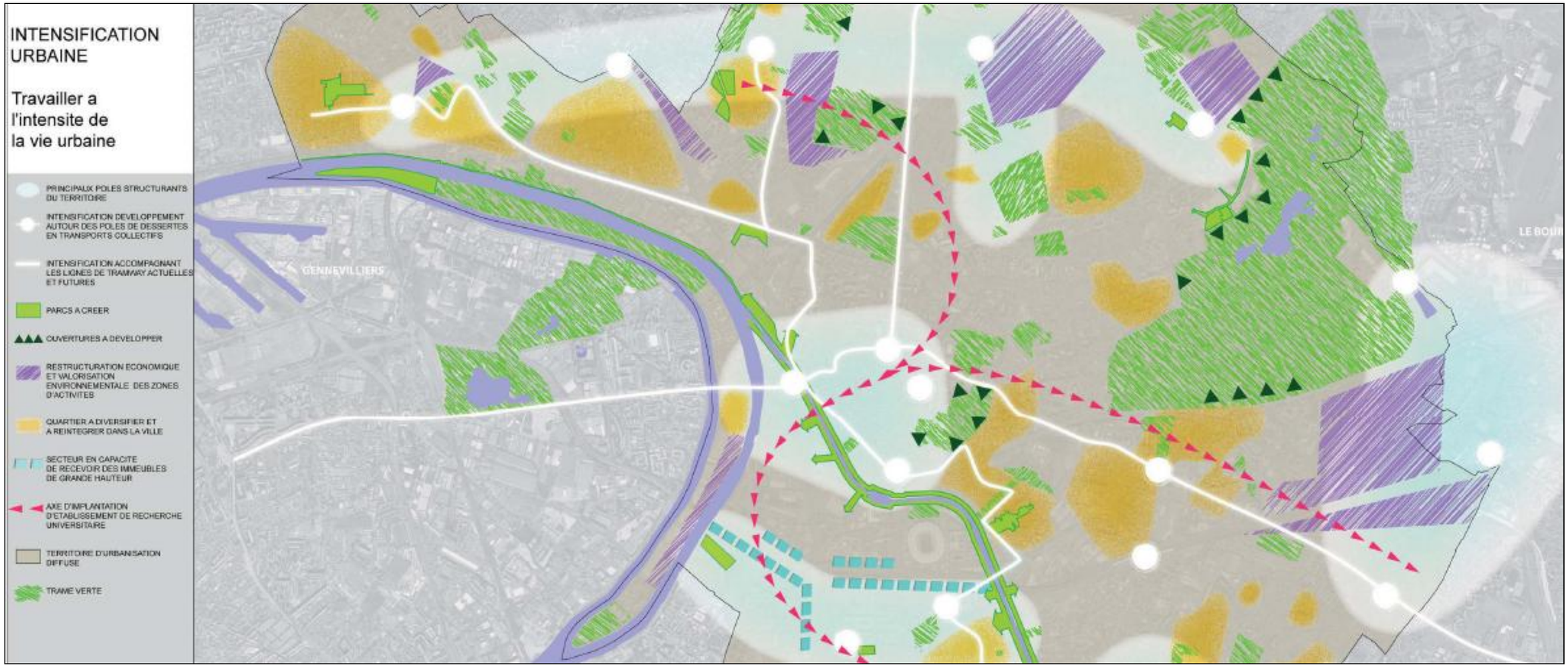


Figure 9.2-2 : Extrait du SCOT de Plaine Commune – Cartographie des Orientations d'Aménagement

9.3 SDAGE du Bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers Normands et SAGE

Le projet de la Ligne 16/17 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.

9.3.1 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 sont surlignés en gras.

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 relative à chaque défi sont présentées afin de permettre une analyse croisée des objectifs du SDAGE et des impacts du projet.

9.3.2 Analyse de la compatibilité du projet

*9.3.2.1 **Défi n°1** : Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants « classiques »*

Eléments pertinents du SDAGE pour apprécier la compatibilité

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 ruissellements d'être collectées par des fossés et de décanter. Cela limite la diffusion des MES vers les milieux récepteurs.

Phase exploitation

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 d'hydrocarbures.

D'autre part, les dispositifs d'assainissement permanents autour des nouvelles émergences permettront une gestion maitrisée des ruissellements induits par le projet.

9.3.2.2 Défi n°3 : Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses

Eléments pertinents du SDAGE pour apprécier la compatibilité

Le défi 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.

Orientation 8 - Promouvoir les actions à la source de réduction ou de suppression des rejets de substances dangereuses.

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'entretiens, 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 d'hydrocarbures.

9.3.2.3 Défi n°5 : Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future.

Eléments pertinents du SDAGE pour apprécier la compatibilité

Le défi 5 est de protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future.

Orientation 14 - Protéger les aires d'alimentation de captage d'eau de surface destinées à la consommation humaine contre les pollutions.

Disposition 45 : Prendre en compte les eaux de ruissellement pour protéger l'eau captée pour l'alimentation en eau potable de manière différenciée en zone urbanisée et en zone rurale.
[…] En zone urbanisée, la gestion des eaux usées et des eaux pluviales doit intégrer cette approche afin de limiter le rejet des eaux pluviales polluées à l'amont des prises d'eau. […]
En zone rurale, il s'agit de lutter contre le ruissellement, afin de limiter l'effet d'entraînement lors du lessivage des sols par temps de pluie (bactéries, matières en suspension, pesticides…). […]

Analyse de la compatibilité

Phase travaux

L'étude d'impact recense les captages d'eau à destination de l'Alimentation en Eau Potable ainsi que les DUP existant. Ils ont également été cartographiés afin d'analyser l'adéquation du projet avec les contraintes qui en découlent.

L'une des réponses du projet à la disposition 45 est que dans les secteurs où est localisé le captage AEP superficiel, les réseaux de transport sont souterrains. Il en résulte que le risque de pollution des points de prélèvement est quasiment nul.

En phase travaux, il faudra veiller à prendre en compte la proximité de certains périmètres de protection des captages. Des mesures préventives et curatives pourront être mises en œuvre en vue d'une éventuelle pollution accidentelle.

Phase exploitation

Les prescriptions relatives aux arrêtés de DUP pour les captages AEP seront respectées.

9.3.2.4 Défi n°6 : Protéger et restaurer les milieux aquatiques humides

Eléments pertinents du SDAGE pour apprécier la compatibilité

Le défi 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 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 sur le lit mineur, les berges et le fuseau de mobilité, 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.

Le fait que les traversées des cours d'eau majeurs soient souterraines est cohérent avec ce défi. En effet, les impacts sur la fonctionnalité des milieux et les caractéristiques des cours d'eau ont été étudiés et ils s'avèrent être nuls.

Enfin, 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.

Phase exploitation

Les impacts sur la fonctionnalité des milieux et les caractéristiques des cours d'eau ont été étudiés et ils s'avèrent être nuls en phase travaux, et en phase exploitation.

9.3.2.5 Défi n°7 : Gérer la rareté de la ressource en eau

Eléments pertinents du SDAGE pour apprécier la compatibilité

Le défi 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 3103 TERTIAIRE DU BRIE-CHAMPIGNY ET DU SOISSONNAIS.

Orientation 25 : Protéger les nappes à réserver pour l'alimentation en eau potable future.

Disposition 118 : Modalités de gestion de la masse d'eau souterraine de l'Yprésien 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

En cas de rabattements de nappe nécessaires pour certains travaux, les débits seront indiqués dans les Dossier Police de l'Eau sur la base d'études hydrogéologiques plus poussées. 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. Ainsi, le projet interfère avec cet objectif de gestion de la rareté de l'eau.

La réalisation des sondages est encadrée par un Assistant au Maître d'Ouvrage spécialisé et au fait de ces problématiques. Ce prestataire a pour mission de fixer les règles de réalisation des sondages permettant d'éviter les transferts d'eau entre nappes.

La gestion des rabattements de nappes futurs est incontournable pour éviter l'assèchement de certains captages. Cela passe par la conception la plus fine possible de chaque opération de rabattement de nappe 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. Cela passera également par la mise en œuvre de dispositifs limitant géographiquement le cône de rabattement, les parois moulées par exemple.

Le second impact du projet concernant cette problématique est la perturbation des caractéristiques hydrauliques des systèmes aquifères pouvant être dû à un rabattement trop important des nappes.

9.3.2.6 Défi n°8 : Limiter et prévenir le risque inondation

Eléments pertinents du SDAGE pour apprécier la compatibilité

Le défi 8 est le suivant : Limiter et prévenir le risque d'inondation.

Les priorités données à ce thème sont, d'une part de limiter les dégâts liés au risque d'inondation […] 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 31 - Préserver et reconquérir les zones naturelles d'expansion des crues.
Les zones naturelles d'expansion de crues permettent de limiter les niveaux d'eau à l'aval. Leur préservation est donc indispensable pour limiter le risque d'inondation des centres urbains et les activités économiques en aval.

Disposition 139 : Compenser les remblais autorisés permettant de conserver les conditions d'expansion des crues.
La conservation des conditions naturelles d'expansion des crues d'occurrences variées, au minimum fréquentes et rares est posée comme objectif. […]

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

Dans les secteurs exposés au risque inondation, une politique de gestion des eaux pluviales renforcée doit être mise en place.

La réglementation actuellement en vigueur (PPRI et Loi sur l'eau) oblige le Maître d'ouvrage à prendre les dispositions nécessaires pour se conformer aux objectifs du SDAGE. Cette conformité devra être prouvée dans les études réglementaires (Notices PPRI et dossiers Loi sur l'Eau).

La majorité des ouvrages de surface étant localisés dans des zones urbanisées, leur construction n'impliquera pas de ruissellement supplémentaire.

De plus, le projet est majoritairement en réseau souterrain et n'interfère avec la surface qu'au niveau des gares et certains points particuliers, ce qui limite les prises de volume à la crue et l'accentuation du phénomène de ruissellement.

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.

9.3.3 Conclusion sur la compatibilité du projet avec le SDAGE

Dans sa configuration actuelle, le projet est compatible avec le SDAGE.

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.

9.3.4 Conclusion sur la compatibilité du projet avec les SAGE

Aucun SAGE n'est approuvé dans le périmètre d'étude. Il n'y a donc pas d'objet à l'analyse de compatibilité.

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

9.4.1 Plan régional de prévention et de gestion des déchets de chantier (PREDEC)

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 et 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 :

Prévenir la production des déchets de chantier ;

Assurer le rééquilibrage territorial et développer le maillage des installations ;

Réduire l'empreinte écologique de la gestion des déchets de chantiers.

Les données sont issues du projet de PREDEC datant du 5 juillet 2013.

9.4.2 Plan de gestion pour Paris et la Petite Couronne – Déchets du BTP

Ce plan de gestion a été approuvé en juillet 2004 et comprend les éléments suivants :

La quantification des déchets de chantiers prenant en compte la catégorie des déchets selon la nomenclature des déchets et les filières matériaux.

Le recensement des filières de traitement existantes et prévues ainsi que leurs capacités.

La détermination des installations nouvelles nécessaires dans une logique de proximité.

10 Analyse des coûts collectifs induits par le projet

10.1 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 quantifier 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 du Grand Paris, il s'agit donc principalement d'évaluer les coûts collectifs liés aux pollutions atmosphériques, aux nuisances sonores, à la sécurité routière et aux émissions de gaz à effet de serre.

Les éléments qui suivent font l'analyse des coûts collectifs relatifs à l'évaluation socio-économique du projet présenté à l'enquête publique, c'est-à-dire les tronçons Noisy-Champs – Saint-Denis Pleyel et Mairie de Saint-Ouen – Saint-Denis Pleyel. Ces coûts sont notamment calculés à partir des résultats de prévisions de trafic issus du modèle de transport, pour l'horizon de mise en service du projet (2023).

10.2 Coûts de la pollution atmosphérique

Méthodologie

L'évaluation des coûts externes de la pollution atmosphérique est régie par l'instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport[62]. 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 quantités de trafic selon différentes zones de densité de population. Trois types de zones sont définies : l'urbain dense avec une densité supérieure à 420 habitants/km², l'urbain diffus avec une densité comprise entre 37 et 420 habitants/km² et la rase campagne avec une densité inférieure à 37 habitants/km².

Les coûts externes associés au trafic dans ces différentes zones ont été définis selon les valeurs du rapport Boiteux[63]. Ils sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10.2-1 : Coûts externes de la pollution atmosphériques, valeurs 2000 (€$_{2000}$/100veh.km)

	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne	Moyenne
VP	2,9	1,0	0,1	0,9
PL	28,2	9,9	0,6	6,2

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 permettant de réduire les émissions de polluants atmosphériques, la première valeur est considérée comme diminuant de 5.5% par an pour les véhicules légers et 6.5% par an pour les poids lourds entre 2000 et 2020. La valeur de la vie humaine augmente, par contre, comme la dépense de consommation par tête.

[62] (G. de Robien, 25 mars 2004 et mise à jour du 27 mai 2005)
[63] Transports : choix des investissements et coût des nuisances, Commissariat Général du Plan, M. Boiteux, 2001.

En tenant compte de l'inflation entre 2000 et 2010[64] et de l'augmentation de la dépense de consommation[65] et d'une prolongation de la tendance d'amélioration des émissions de polluants entre 2020 et 2023, on obtient donc, à l'horizon 2023, les valeurs suivantes :

Tableau 10.2-2 : Coûts externes de la pollution atmosphériques, valeurs 2023 (€$_{2010}$/100veh.km)

	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne	Moyenne
VP	1,32	0,46	0,05	0,41
PL	10,07	3,53	0,21	2,21

L'impact du projet sur les véh.km parcourus en Ile-de-France selon les différents types de tissu urbain (dense, diffus et campagne) 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 à l'horizon 2023.

Calcul des coûts

Les résultats de l'analyse de l'impact du projet sur les distances parcourues sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10.2-3 : Impact du projet sur les distances parcourues en Ile-de-France par les véhicules légers à l'horizon 2023.

	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne	Total
véh.km	+375 474	-294 701 811	-27 076 361	-321 402 698

Les coûts de la pollution atmosphérique dus au projet pour l'année 2023 s'élèvent donc à :

Tableau 10.2-4 : Coûts annuels (en €$_{2010}$) de la pollution atmosphérique à l'horizon 2023.

	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne	Total
€$_{2010}$ pour 2023	4 965	-1 343 889	-12 347	-1 351 271

On constate donc que la diminution des distances parcourues grâce au projet du métro du Grand Paris permet une diminution des coûts de la pollution atmosphérique s'élevant à d'environ 1 351 000 €$_{2010}$ pour l'année 2023.

[64] *L'inflation est considérée comme égale à 1.71% par an, ce qui correspond à la moyenne de l'évolution de l'indice des prix à la consommation (IPC) entre 2000 et 2010 (Insee).*
[65] +1.67% entre 2000 et 2010 selon l'évolution de l'indice de consommation finale des ménages (Insee), et +1.4% entre 2010 et 2023

10.3 Coûts des accidents de la route

Méthodologie

Le calcul des coûts des accidents de la route se base sur les valeurs de la vie humaine et des blessés définies dans l'Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport (2005). Selon la directive, les valeurs sont les suivantes :

Tableau 10.3-1 : Valeurs de la vie humaine et des blessés graves et légers du transport routier pour l'année 2000

	Transport routier
Tué	1 000 000 €$_{2000}$
Blessé grave	150 000 €$_{2000}$
Blessé léger	22 000 €$_{2000}$

Ces valeurs sont considérées comme évoluant au même rythme que la dépense de consommation finale des ménages par tête. Ainsi, en tenant compte de l'inflation entre 2000 et 2010 et de l'évoution de la consommation finale des ménages on obtient pour 2023 les valeurs suivantes :

Tableau 10.3-2 : Valeurs de la vie humaine et des blessés graves et légers du transport routier à l'horizon 2023

	Transport routier
Tué	1 675 132€$_{2010}$
Blessé grave	251 270€$_{2010}$
Blessé léger	36 853€$_{2010}$

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 dépendant 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[66], et projetés à l'horizon 2023 selon les tendances observées entre 2005 et 2010. Ils sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10.3-3 : Taux d'accidents/blessés/tués par millions véh.km pour 2023 (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	0,0324	0,0436	0,0213	0,0010
RN + RD	0,1026	0,1380	0,0699	0,0032
Agglomération	0,1817	0,2444	0,0369	0,0017

Le modèle de transport utilisé ne permet pas de différencier directement les autoroutes, les routes nationales ou départementales et les routes d'agglomération. Cependant, la cause principale des variations observées entre les taux d'accidents étant la vitesse d'impact, il a été possible de différencier les routes selon la vitesse à vide par défaut définie dans le modèle de transport. Ainsi, les taux observés sur les autoroutes ont été appliqués aux voiries où la vitesse à vide par défaut est supérieure à 90km/h, ceux observés sur les routes nationales et départementales aux voiries où cette vitesse est supérieure à 70km/h, et ceux observés sur les routes d'agglomération aux voiries où cette vitesse est inférieure à 70km/h.

Calcul des coûts

L'analyse des impacts du projet sur les distances parcourues par types de route a permis de calculer les résultats suivants :

Tableau 10.3-4 : différences des distances parcourues par les véhicules légers sur les différents types de routes en Ile-de-France entre le projet et la référence 2023

	Vitesse > 90 km/h	70 < Vitesse < 90 km/h	Vitesse <70 km/h	Total
véh.km	-74 461 953	-67 341 424	-179 599 321	-321 402 698

En combinant ces différences de distances parcourues par les véhicules particuliers et les taux d'accidents, on obtient les impacts suivants à l'horizon 2023 :

Tableau 10.3-5 : Impacts sur les accidents de la routes à l'horizon 2023

	blessés légers	blessés graves	tués
Nombre annuel	-56,4	-12,9	-0,6

En combinant ces résultats avec les valeurs de la vie humaine et des blessés ainsi que les taux d'accidents on obtient les coûts suivants :

Tableau 10.3-6 : Coûts des accidents de la route (en €$_{2010}$) pour l'année 2023

€$_{2010}$ pour 2023	blessés légers	blessés graves	tués	Total
Central	-2 079 711	-3 247 874	-1 002 142	-6 329 727

Le projet engendre donc une diminution des accidents de la route en Ile-de-France correspondant à des gains annuels de 6.3 millions d'euros$_{2010}$ à l'horizon 2023.

[66] Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, La sécurité routière en France, bilan de l'année 2010, (2011)

10.4 Coûts des émissions de gaz à effet de serre

Méthodologie

Selon l'Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, le coût d'une tonne de CO_2 est de 27,3€$_{2000}$ entre 2000 et 2010 puis augmente de 3% par an. La valeur de la tonne de CO_2 à l'horizon serait donc de 69.0€$_{2010}$ à l'horizon 2035 et 107.5€$_{2010}$ à l'horizon 2050.

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[67].

Il est donc pertinent de réviser régulièrement la valeur tutélaire du carbone en fonction de l'évolution des émissions de GES, des politiques et des engagements pris pour limiter le réchauffement climatique. C'est pour cela que sur proposition du ministère chargé de l'écologie, le Premier ministre a demandé en 2008 d'étudier la mise à jour la valeur tutélaire du carbone. Les résultats de ce travail présidé par A. Quinet sont repris dans le rapport du Centre d'analyse stratégique (CAS) sur la valeur tutélaire du carbone (2009).

Les valeurs tutélaires du carbone recommandées par ce rapport sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10.4-1 : Valeur tutélaire d'une tonne de CO_2 selon le CAS (Valeur tutélaire du carbone, 2009)

	2010	2020	2023	2030	2050
Valeur en €$_{2008}$	32	56	66.6	100	200 (150-350)

La croissance de la valeur s'élève donc à 5.8% par an entre 2010 et 2030 puis de 4% entre 2030 et 2035 et 3.5% après 2035. La valeur de la tonne de CO_2 est donc la même que celle préconisée par l'instruction cadre pour 2010 mais augmente plus rapidement. Ainsi, la valeur de la tonne de carbone serait de 126.3€$_{2010}$ en 2035 et 207.7€$_{2010}$ en 2050.

Calcul des coûts

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus en termes d'émissions totales évitées aux horizons 2023 (mise en service), 2035 et 2050 pour un scénario hypothétique de mise en service du projet mais sans prendre en compte l'entièreté du schéma d'ensemble du Grand Paris Express.

Tableau 10.4-2 : Emissions totales induites ou évitées aux horizons 2023, 2035 et 2050

en $t_{éq}$ CO_2	S0
2023	+ 506 250 $t_{éq}$ CO_2
2035	- 3 231 271 $t_{éq}$ CO_2
2050	- 9 001 169 $t_{éq}$ CO_2

Selon la valeur accordée à une tonne de CO_2 par le rapport du CAS, ces émissions, si elles étaient émises dans leur totalité à ces trois horizons d'étude seraient :

Tableau 10.4-3 : Coûts des émissions de gaz à effet de serre selon les valeurs définies par le CAS (2009) à l'horizon 2023 (cumul de toutes les années précédentes) en millions d'euros$_{2010}$

	en €$_{2010}$
2023	34 900 487
2035	- 397 526 194
2050	- 1 862 360 339

Les émissions de GES liées à la construction de l'infrastructure engendrent donc des coûts non négligeables évalués à approximativement 34 millions d'euros$_{2010}$. Cependant, le bilan aux horizons 2035 et 2050 montre que ces coûts sont largement et rapidement compensés par les émissions évitées à partir de la mise en service du projet. Ainsi, en 2035, ce sont près de 398 millions d' euros$_{2010}$ épargnés et en 2050, un peu moins de 2 milliards d'euros$_{2010}$.

Les grandes différences entre les valeurs aux horizons 2023, 2035 et 2050 proviennent essentiellement de l'amortissement plus ou moins étalé de la construction sur les années de fonctionnement.

[67] 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

10.5 Coûts des nuisances sonores

Méthodologie

La valorisation du bruit a été calculée sur base de la méthodologie préconisée par l'Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport. Ainsi la valorisation du bruit est fonction du niveau sonore perçu en façade et estimée comme un pourcentage de la valeur locative des logements. Les taux de dépréciation des valeurs locatives des logements en fonction de l'exposition au bruit du jour sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10.5-1 : Valorisation du bruit de jour en % de la valeur locative des logements.

Leq de jour en façade en dB(A)	55 à 60	60 à 65	65 à 70	70 à 75	Au-delà de 75
% de dépréciation / dB(A)	0,4%	0,8%	0 ,9%	1%	1,1%

La valeur de la nuisance en période nocturne pour un niveau sonore donné est identique à celle que l'on retiendrait en période diurne pour le même niveau sonore augmenté de 5 dB(A). Il a été pris en compte par ailleurs la fermeture du métro durant une partie de la nuit pour évaluer les nuisances sonores imputables au projet.

Le loyer moyen est considéré comme étant égal à 473 $€_{2000}$ par mois, à indexer sur le taux de croissance du PIB[68]. Le loyer réajusté s'élève donc à 1003.2$€_{2010}$ en 2035.

A partir de l'impact du métro sur la population exposée aux différents niveaux sonores évalué dans la partie Bruit et vibrations de la phase 2 de cette étude, il a été possible de calculer le nombre de logements impactés en utilisant le taux d'occupation des logements en IDF de l'INSEE[69]. Ce taux d'occupation est de 2,3 habitants/logement.

De plus, à un niveau élevé, le bruit peut avoir des effets à long terme sur la santé (problèmes cardio-vasculaires, problèmes de surdité…). Ainsi, l'instruction cadre prévoit de majorer de 30% la valeur unitaire du cout du décibel dans le cas d'une exposition au bruit supérieure à 70 dB(A) le jour et 65 dB(A) la nuit.

Il doit être noté que l'analyse se limite à l'impact du bruit routier et n'inclut donc pas les impacts directs du bruit de l'infrastructure lorsqu'elle est implantée en aérien. Cette démarche est cohérente avec l'Instruction cadre car elle mentionne « Le respect des textes réglementaires actuels assure que les nuisances au voisinage du tracé sont pour l'essentiel internalisées dans le coût du projet ».

Calcul des coûts

Les résultats de la valorisation des impacts sonores du projet sur la dépréciation de la valeur locative des logements en 2023 sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10.5-2 : Coûts des nuisances sonores sur la dépréciation des logements

€ 2010	Jour	Nuit	Total
S0 2023	138 545	47 957	186 503

A cet impact sur la valeur locative des logements s'ajoutent les coûts des effets sur la santé. Les résultats de la valorisation de ces coûts sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10.5-3 : Coûts des nuisances sonores sur la santé

€ 2010	Jour	Nuit	Total
S0 2023	68 389	27 389	95 778

Au total, les coûts liés aux nuisances sonores s'élèvent donc à :

Tableau 10.5-4 : Coûts totaux (dépréciation des logements et santé) des nuisances sonores

€ 2010	Jour	Nuit	Total
S0 2023	206 934	75 347	282 281

Les résultats montrent donc que les impacts sont très faibles.

10.6 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 une denrée rare. C'est pourquoi on peut s'attendre, en l'absence de mesures restrictives d'usage du sol, à 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

[68] Le taux de croissance du PIB a été considéré comme égal à la valeur calculée annuellement par l'INSEE entre 2000 et 2010 puis croissant de 1.9% par an entre 2010 et 2023.
[69] Les conditions de logement en Ile-de-France en 2006

matière de limitation de l'étalement urbain et, ce, à grande échelle. Il se traduirait notamment par la préservation de 3035 ha d'espaces ruraux 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 toute entière, c'est pourquoi on parle 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.

Consommation 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. On parle 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 on soumet 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 on ajoute 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.

Tableau 10.6-1 : 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[70]	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

Remarque : 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[71], soit 84,9 % de terres agricoles[72], 14,5 % d'espaces naturalisés et 0,6% de boisements. A partir de cette hypothèse, on obtient une valeur annuelle moyenne pondérée de l'hectare préservé de 522€$_{2010}$/ha/an.

Ainsi, à l'horizon 2035, l'économie d'espaces ruraux urbanisés réalisée grâce au projet de 3035ha, donne une valeur de 1,584 millions d'euros par an en faveur du projet.

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.

[70] Voir détails de ces références dans la partie « Bibliographie »
[71] 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.
[72] Par défaut : 90% d'intensif, 10% d'extensif

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 10.6-2 montre des estimations de coûts primaires moyens d'équipements pour trois de types de parcelles dans un lotissement (avec création de voirie) en fonction de leur largeur à front de voirie : respectivement 7, 20 et 30 mètres. D'après ces chiffres, on peut estimer, que les coûts de viabilisation s'élèvent à approximativement 160 000€ par hectare ou 680 000 € par km de VRD.

Tableau 10.6-2 : Estimation du coût primaire moyen d'équipement (en € 2008) de trois types de parcelles dans un lotissement avec création de voirie (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 €**

Comme l'a montré l'analyse des impacts, le projet pourrait induire une réduction de 1105km de VRD nouvellement construit ce qui représente un coûts d'approximativement 750 millions d'euros. Si l'on pose 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 que le projet va permettre d'éviter, sous réserve de mesures d'accompagnement adaptées, entre 2005 et 2035. Ceux-ci s'élèvent respectivement à 451 millions d'euros.

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 »*[73]. 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 75 millions d'euros annuellement.

[73] 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

10.7 Synthèse des coûts collectifs

Les résultats des différents coûts collectifs sont résumés dans le Tableau 10.7-1. Ces résultats montrent que les gains liés aux émissions de gaz à effet de serra 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.

Tableau 10.7-1 : synthèse des coûts collectifs

<table>
<tr><th></th><th>Pollution atmosphérique</th><th>Accidents de la route</th><th>Nuisances sonores</th><th>Gaz à effet de serre</th><th colspan="2">Coûts de périurbanisation éludable</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Coûts externes</td><td rowspan="3">-1.4 M€/an</td><td rowspan="3">-6.3 M€/an</td><td rowspan="3">+0.3 M€/an</td><td>2023
+34.9 M€</td><td>Consommation des espaces ruraux</td><td>1.6 M€/an</td></tr>
<tr><td>2035
-397.5 M€</td><td>Coûts de viabilisation</td><td>451M€</td></tr>
<tr><td>2050
-1 862.4 M€</td><td>Coûts d'exploitation des services publics et d'entretien des VRD</td><td>75M€/an</td></tr>
</table>

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 territoriale et de mettre en place des mesures d'accompagnement adéquates pour favoriser le développement d'une structure urbaine plus durable.

11 Présentation des méthodes utilisées et description des difficultés rencontrées pour la réalisation de cette étude

Il convient de rappeler le contexte général de la réalisation de cette étude.

1- Le projet n'est pas défini au niveau assez habituel, pour une étude d'impact, de l'avant-projet. La présente étude a été menée en recouvrement avec l**es études préliminaires approfondies qui ne se sont achevées qu'en octobre 2013.**

2- Les études géotechniques de base, la mission G11 au sens de la norme NF P 94 500, ont été réalisées en 2012/2013. Les résultats de cette mission qui a comporté environ 1200 sondages 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 G12 et G2, dont la première est en cours de réalisation. **La connaissance issue des missions géotechniques reste donc partielle et à compléter.**

3- 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 précision 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.

11.1 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 de Météo France et ont été analysées.

11.2 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 le Scan 25 de l'IGN ont également été utilisés.

Aucune donnée locale établie par un géomètre expert n'a été utilisée à ce niveau.

L'analyse reste générale.

11.3 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.

11.4 Géologie

Les résultats des investigations géotechniques et hydrogéologiques de la mission G11 ont été pris en compte avec la bibliographie, pour établir la géologie (épaisseur des couches géologiques, variations lithologiques) et l'hydrogéologie (piézométrie, caractéristiques hydrodynamiques), les usages et la qualité des eaux souterraines.

La description de la géologie a été réalisée à partir des cartes géologiques du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) suivantes :

- Carte géologique N°183 de Paris au 1/50 000ème ;
- Carte géologique N°184 de Lagny au 1/50 000ème.

Des précisions lithologiques et stratigraphiques ont été apportées grâces 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 ».

Cette analyse de la géologie sera précisée via l'exploitation des données qui seront recueillies lors de la campagne de sondages géotechniques réalisée le long du tracé.

11.5 Hydrogéologie

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 Seine-Normandie.

- des études de faisabilité, des études préliminaires et préliminaires approfondies fournies par le maître d'ouvrage ;
- des banques de données ADES et BSS ;
- des archives BURGEAP (précisions locales).

La piézométrie des nappes a été ajustée via l'intégration de données plus récentes contenues dans les archives de BURGEAP. Des précisions piézométriques ont été apportées grâces aux informations disponibles dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS, site internet INFOTERRE). Le Guide d'aide à la décision pour l'installation de pompes à chaleur sur nappe aquifère en région Parisienne (Rapport BRGM/RP-53306-FR) a fourni des informations précieuses pour caractériser les nappes

aquifères régionales, notamment en termes de productivité. Les gammes de perméabilité des nappes aquifères données sont approximatives et résultent pour la plupart de la synthèse des données du BRGM et de notre connaissance du contexte hydrogéologique local.

La piézométrie des nappes aquifères rencontrées sera précisée grâce aux ouvrages piézométriques qui seront réalisés lors de la campagne d'investigations hydrogéologiques. Des essais d'eau seront menés pour évaluer les paramètres hydrodynamiques locaux des nappes.

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 :

1) Indice HCT ≥ 1 milligramme/L ;
2) Sommes des HAP ≥ 0,1 microgramme/L ;
3) Sommes des BETEX ≥ 100 microgrammes/L ;
4) Sommes des COHV ≥ 100 microgrammes/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 somme des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène) et des composés organo-halogénés volatil (COHV) n'ont pas de valeur réglementaire en tant que telles 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 possibles des eaux souterraines, majoritairement les nappes d'eau proches de la surface qui constituent le milieu récepteur de certains polluants contenus dans les sols.

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).

Méthodes et limites de l'évaluation des impacts sur les eaux souterraines

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 réalisées en tranchées ouvertes, en tranchées couvertes 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 fouilles. Localement, le fonctionnement des dispositifs de pompage est susceptible de perturber les écoulements des nappes d'eaux souterraines. 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 » (fond injecté ou jupe injectée, création artificielle d'un frein hydraulique en injectant un terrain perméable pour le rendre très peu perméable et ancrer la paroi moulée) permettront de limiter au maximum les débits résiduels.

Dans le fuseau, l'impact en termes de rabattement de nappe a été défini en considérant le « critère aquifère » des nappes souterraines concernées (productivité plus ou moins forte des nappes), en le pondérant avec la hauteur de rabattement nécessaire.

Ainsi, dans le cas où un rabattement de nappe serait nécessaire, lorsque l'ouvrage souterrain intercepte les nappes du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau de l'Oligocène, l'impact a été considéré comme faible (débit résiduel potentiellement faible, zones colorées en vert).

Lorsque l'ouvrage souterrain intercepte les nappes du Marno-calcaire de Saint-Ouen et des Sables de Beauchamp de l'Eocène supérieur, l'impact a été considéré comme modéré (débit résiduel potentiellement modéré, zones colorées en orange).

Pour une hauteur de rabattement n'excédant pas 3 mètres, lorsque l'ouvrage souterrain intercepte les nappes des Marnes et caillasses, du Calcaire grossier et des Sables de l'Yprésien de l'Eocène inférieur, l'impact a été considéré comme modéré (débit résiduel potentiellement modéré, zones colorées en orange). Pour une hauteur de rabattement supérieure à 3 mètres, lorsque l'ouvrage souterrain intercepte les nappes des Marnes et caillasses, du Calcaire grossier et des Sables de l'Yprésien de l'Eocène inférieur, l'impact a été considéré comme important (débit résiduel potentiellement important, zones colorées en rouge).

Dans l'extension du faciès argileux des sables de l'Yprésien, la productivité de la nappe aquifère étant réduite, l'impact en termes de débit résiduel potentiel a été considéré comme modéré (débit résiduel potentiellement modéré, zones colorées en orange). Enfin, lorsque l'ouvrage souterrain intercepte la nappe fissurée et très productive de la Craie du Crétacé, l'impact a été considéré comme très important (débit résiduel potentiellement très important, zones colorées en rouge hachuré).

« Effet Barrage » :

Compte tenu de son diamètre de l'ordre de 9,50 mètres environ, 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'eaux souterraines (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).

Le code couleur vert/orange/rouge a été utilisé pour distinguer les zones présentant une sensibilité à l'effet barrage faible/modérée/forte. À l'échelle globale du projet, l'impact en termes d'effet barrage a été évalué en considérant le tunnelier comme règle constructive. Ce schéma général sera ajusté localement dans les études d'impact à l'échelle tronçon pour prendre en compte les sections réalisées en tranchées ouvertes ou couvertes. Sur ces sections, les méthodes constructives induisent un pourcentage d'occultation souvent plus important des nappes d'eau souterraines et donc un effet barrage plus important.

Qualité des eaux souterraines :

En cas de pompage pour rabattre les nappes d'eaux souterraines concernées par le projet, 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 dans les nappes d'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 (zones colorées en rouge foncé). 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 possibles des eaux souterraines, majoritairement les nappes d'eau proches de la surface qui constituent le milieu récepteur de certains polluants contenus dans les sols. Dans les zones à proximité de sites BASOL, la pollution des eaux souterraines a été qualifiée de « probable » dans la mesure où les sites BASOL présentent une pollution avérée des eaux souterraines et sont en cours de dépollution (zones colorées en rouge pâle). Dans les zones de concentration en sites BASIAS, la pollution des eaux souterraines a été qualifiée de « potentielle » dans la mesure où les sites BASIAS sont des anciens sites industriels dont les sols, et par extension, les eaux, peuvent présenter une pollution résiduelle (zones colorées en orange). Dans les zones sans données publiques disponibles, le risque de pollution des eaux souterraines a été qualifié de « faible » (zones colorées en vert).

Usages des eaux souterraines :

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 premier critère défini pour évaluer le potentiel impact du projet sur l'approvisionnement en eau potable est le critère « distance ». Ainsi, les zones de pompages situés 1,5 km à l'extérieur du fuseau ont été considérés comme des zones sensibles.

Le second critère considéré est la nappe aquifère captée. Si la nappe d'eau souterraine captée pour l'approvisionnement en eau potable est celle potentiellement influencée par le projet (perturbation des écoulements, rabattement), l'impact du projet sur le pompage considéré a été jugé plus sensible que si le projet intercepte une nappe différente. Enfin, le troisième critère est celui de la positon de l'ouvrage souterrain par rapport au pompage considéré et par rapport au sens d'écoulement de la nappe interceptée : une perturbation des écoulements en amont d'un pompage aura un impact potentiel plus important qu'une perturbation en aval de celui-ci.

Il faut souligner que les champs captants de grande ampleur modifient localement de manière très importante l'écoulement général de la nappe captée : les positions amont et aval de l'écoulement général des nappes au droit des champs captants de Croissy-sur-Seine et de Villeneuve-la-Garenne n'ont pas été jugées déterminantes dans l'évaluation de l'impact potentiel du projet sur l'approvisionnement en eau potable ; les écoulements des nappes concernées convergent vers ces champs captants depuis toutes les directions.

Les zones faisant l'objet d'une exploitation importante des eaux souterraines pour d'autres usages ont été considérées dans un deuxième temps.

Utilisation de la modélisation hydrogéologique

Les données listées ci-dessus ont été utilisées dans le cadre de 2 modèles hydrogéologiques :

- Modélisation du secteur de Chelles : la finalité première du modèle est d'évaluer les incidences du projet sur le Parc de la Haute Ile, zone faisant partie de la ZPS NATURA 2000 des sites de Seine-Saint-Denis. Ce modèle couvre la vallée de la Marne, en particulier la zone des alluvions sur la carte géologique.

- Modélisation du secteur de Gonesse : la finalité première du modèle est d'évaluer la position d'un projet de SMI/SMR en bordure des pistes de l'aéroport du Bourget par rapport aux eaux souterraines et d'envisager les mesures à prendre pour le mettre hors d'eau. Ce modèle couvre une partie de la Plaine de France.

Ces deux modèles ont été réalisés avec les données disponibles remises par le maître d'ouvrage. Le calage de chaque modèle repose sur des hypothèses hydrogéologiques qui ont permis de pallier les lacunes de la connaissances géologique.

En particulier, pour le modèle du secteur de Gonesse, la prise en compte des données issues de la campagne géotechnique G11 n'a pas permis de lever tous les doutes, en particulier sur la perméabilité du contact géologique entre les Sables de Beauchamp et les Marnes et Caillasses.

11.6 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.

11.7 Méthodes et limites de l'analyse du milieu naturel, agricole et paysage

Organismes contactées :

Pour compléter la connaissance du territoire d'étude de BIOTOPE et pour récolter des éléments nécessaires à l'élaboration de l'état initial et de l'évaluation des impacts du projet sur la faune, la flore et les milieux naturels, la consultation d'organismes dits « ressource » a été effectuée.

Tableau 11.7-1 : Liste des organismes consultées par BIOTOPE dans le cadre de l'étude

Organisme	*Date du 1er contact*	*Données transmises*
Conseil Région d'Ile-de-France (CRIF)	28 novembre 2011	RNR – pas de mise à jour par rapport à la couche SIG utilisée pour l'ESE
DRIEE Ile-de-France	27 octobre 2011	Mise à jour des ZNIEFF Informations sur le planning du SRCE
Agence des Espaces Verts de la Région Ile-de-France (AEV)	23 novembre 2011	Couche SIG des PRIF (MAJ du 04/04/2013) Données naturalistes sur les sites gérés par l'AEV et sur les PRIF, informations par rapport aux PRIF en projet et aux enjeux du territoire
Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien (CBNBP)	22 novembre 2011	Extraction de la base de données FLORA : Localisation des espèces protégées et patrimoniales à partir du fuseau d'étude
CG 93 / DEV Chargé d'études au Parc départemental Georges Valbon	Février 2011	Données complémentaires sur le statut du Butor étoilé. Accès au parc. Interaction possible avec le projet de la Tangentielle Nord
CG 93 / DEV Chef de service au parc de la Haute Ile	Février 2011	Information sur l'accessibilité du parc pour les prospections. Données complémentaires sur le statut de la Sterne pierregarin.
CG 93 / DEV Chef de Service/adjoint au Parc départemental du Sausset	Juin 2011	Données complémentaires sur le statut du Blongios nain sur le parc du Sausset
CG93 / Chargée d'études Natura 2000 En charge du DocOb	Février 2011	Transmission du DocOb et du cahier des entités. Transmission du bilan des fréquentations 2009 des parcs de la Courneuve, Sausset, Ile St Denis et du parc des Guilands.
OBDU	Avril 2011	Pas de nouvelles données par rapport au DocOb. Actualisation en cours.
	Juillet 2013	En attente d'éléments
AEV	Février 2011	Transmission étude Bondy et Poudrerie. Intérêt AEV pour cette étude.
CORIF	Mai 2011	Transmission de données complémentaires d'observations sur le Parc de la Poudrerie et la Forêt de Bondy

Méthodologie appliquée lors des inventaires de terrain et limites :

La méthodologie employée pour les thématiques faune-flore-milieux naturels est resté identique à celle de l'évaluation environnementale stratégique, conformément à la demande du maître d'ouvrage.

Dates et spécificités des inventaires

Tableau 11.7-2 : Dates de prospections naturalistes, météorologie et localisation

Date	*Météorologie*	*Localisation*	*Commentaires*
mars 2011	Beau temps avec quelques passages nuageux / Températures comprises entre 8 et 13 C / Vent d'Ouest – Sud-ouest (< à 20 km/h)	Forêt Régionale de Bondy et du Parc Forestier de la Poudrerie	Inventaire des Pics mar et noir
23 mai 2011	Beau temps Températures comprises entre 10 et 24°C / Vent de Sud (< à 10 km/h)	Parc de la Haute-Ile	Inventaire des espèces suivantes : Blongios nain (Parc Georges Valbon) ; Martin pêcheur et Sterne Pierregarin
5 juillet 2011	Beau temps Températures comprises entre 18 et 25°C / Vent tourbillonnant quasi nul	Parc du Sausset	Inventaire du Blongios nain
Mars 2012	Temps doux	Bois de Vaires	Repérage de terrain
7 mai 2012	Nuageux puis ensoleillé, températures de 8°C à 15°C	Montguichet	Inventaire de l'avifaune
24 avril 2013	Temps doux et humide, T°> 10°C la nuit	Traversée du Canal de l'Ourcq	Inventaires des Amphibiens
25 avril 2013	Temps doux et humide, T°> 10°C la nuit	Bois de Vaires	Inventaires des Amphibiens
2 mai 2013	Temps doux et humide, T°> 10°C la nuit	Parc départemental du Sausset	Inventaires des Amphibiens
3 mai 2013	Temps doux et humide, T°> 10°C la nuit	Parc Georges Valbon	Inventaires des Amphibiens
14 mai 2013	Temps nuageux ; températures comprises entre 12 et 14°C ; vent faible de sud/sud-ouest	Parc départemental du Sausset	Inventaire de l'avifaune
15 mai 2013	Temps nuageux avec quelques éclaircies ; températures comprises entre 12 et 16°C ; vent faible de sud-ouest	Parc Georges Valbon	Inventaire de l'avifaune
1er juin 2013	Très beau temps, T°> 20°C	Montguichet	Inventaires des insectes
1er juin 2013	Très beau temps, T°> 20°C	Parc départemental du Sausset	Inventaires des Amphibiens, potentialités insectes
2 juin 2013	Très beau temps, T°> 20°C	Canal de l'Ourcq	Inventaires des Amphibiens, potentialités insectes
2 juin 2013	Très beau temps, T°> 20°C	Parc Georges Valbon	Inventaires des Amphibiens, potentialités insectes
3 juin 2013	Très beau temps, T°> 20°C	Bois de Bondy	Inventaires de l'avifaune
3 juin 2013	-	Parc Georges Valbon	Inventaires des habitats naturels et de la flore
4 juin 2013	-	Parc du Sausset	Inventaires des habitats naturels et de la flore
12 juin 2013	-	Bois de Vaires	Inventaires des habitats naturels et de la flore
25 juin 2013	Temps nuageux en tout début de matinée puis passages d'éclaircies ; températures comprises entre 15 et 18°C ; vent faible de nord-ouest	Parc départemental du Sausset	Inventaire de l'avifaune
26 juin 2013	Beau temps ; températures comprises entre 16 et 20°C ; vent faible de nord	Parc Georges Valbon Zone pressentie pour le SMI Bourget	Inventaire de l'avifaune Inventaire de la faune
27 juin 2013	Temps nuageux avec passages d'averses ; températures comprises	Montguichet Forêt régionale	Inventaire de l'avifaune

Date	*Météorologie*	*Localisation*	*Commentaires*
	entre 15 et 19°C ; vent faible de nord-ouest	de Bondy	
28 juin 2013	Temps pluvieux ; températures comprises entre 13 et 17°C ; vent faible d'ouest/sud-ouest	Canal de l'Ourcq Parc forestier de la Poudrerie	Inventaire de l'avifaune
1er juillet 2013	Temps sec, ensoleillé 24°C	Traversée du canal de l'Ourcq	Expertises des potentialités piscicoles
04 juillet 2013	-	Traversée du Canal de l'Ourcq	Inventaires des habitats naturels et de la flore

Flore et habitats naturels

Nomenclature

La nomenclature des plantes à fleurs et des fougères utilisée dans cette étude est Taxref V06, disponible gratuitement sur le site de l'INPN.

L'identification des habitats naturels et semi-naturels a été réalisée selon la méthode de phytosociologie sigmatiste. Dans un second temps, chaque habitat identifié a été rattaché à la nomenclature CORINE BIOTOPES, référentiel de l'ensemble des habitats présents en France et en Europe. Dans ce document, un code et un nom sont attribués à chaque habitat 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 à l'échelle européenne et sont considérés à ce titre comme « prioritaires » (leur code est alors complété d'un astérisque *).

Méthodologie de terrain et de cartographie

Sur le terrain, la végétation (par son caractère intégrateur synthétisant les conditions de milieux et le fonctionnement de l'écosystème) est considérée comme le meilleur indicateur de tel habitat naturel et permet donc de l'identifier.

Une reconnaissance floristique des structures de végétation homogènes a ainsi été menée sur l'ensemble de l'aire d'étude afin de les rattacher à la typologie CORINE BIOTOPES à l'aide des espèces végétales caractéristiques de chaque groupement végétal.

L'expertise de terrain a eu pour but de cartographier les habitats patrimoniaux présents sur le site selon la typologie CORINE BIOTOPES et de mettre en évidence l'état de conservation des habitats d'intérêt européen. Un relevé phytocoenotique (= liste d'espèces végétales) a été réalisé par milieu cartographié.

Les espèces protégées et patrimoniales ont été prospectées dans le même temps que l'expertise des habitats naturels. Les milieux susceptibles d'accueillir les espèces patrimoniales et/ou protégées mentionnées par la bibliographie sur, ou à proximité de l'aire d'étude, ont fait l'objet d'investigation plus poussés.

Limites méthodologiques

Bien que la période de prospection soit la plus favorable à l'expression de la flore, il est à noter que certaines espèces fleurissent de manière éphémère très tôt en saison. Elles peuvent donc manquer aux inventaires estivaux.

Insectes

Nomenclature

Est utilisée la nomenclature des ouvrages de détermination les plus récents (cf. bibliographie).

Méthodes d'inventaire

Les prospections ont été réalisées prioritairement sur les secteurs identifiés comme étant potentiellement à enjeux en fonction du groupe étudié à l'échelle de l'aire d'étude.

Quatre groupes d'insectes dont les espèces protégées et patrimoniales ont été recherchées en priorité ont fait l'objet d'inventaires dans le cadre de cette étude :

Les lépidoptères diurnes (ou papillons de jour) :

Méthodes d'études : ces insectes doivent être recherchés aussi bien en milieux ouverts (prairies, pelouses, zones humides) qu'en milieux boisés. Les observations se font de jour, dans des conditions ensoleillées, chaudes (mais pas trop) et surtout par vent limité.

Un effort de prospection est porté sur les linéaires : les lisières et les haies. En effet, les papillons sont, pour la majorité, sensibles à la structure du paysage : les linéaires constituent des sources nectarifères (ronces, scabieuses, marguerites…), des perchoirs pour les espèces territoriales, mais sont aussi indispensables aux espèces dont les chenilles vivent aux dépens des arbustes. La détermination se fait à vue ou par capture/relâche pour la majorité d'entre eux. Certaines larves (chenilles) sont aussi facilement identifiables.

Périodes d'études : les prospections commencent généralement dès le mois d'avril et se terminent en septembre (avec un pic du nombre d'espèces entre le 1er juin et le 15 juillet).

Les odonates (ou libellules) :

Méthodes d'études : les libellules doivent être cherchées essentiellement en zones humides, soit les mares, les étangs, les cours d'eau, les fossés et les marais, mais également au niveau des zones ouvertes bordant les zones humides : prairies, lisières… La détermination peut se faire à vue à l'œil nu ou à l'aide de jumelles (espèce posée ou en vol), mais il faut préférer la capture pour éviter toute confusion (principalement chez les petites et plus particulièrement chez les Coenagrionidae). Il n'est pas nécessaire de collecter. La détermination des libellules se fait aussi à partir des exuvies (dépouilles larvaires laissées sur la végétation lors de la transformation des larves en adultes) trouvées sur le terrain.

Périodes d'études : les prospections commencent normalement dès le mois d'avril et se terminent en septembre-octobre pour les années chaudes

Les orthoptères (ou criquets, grillons et sauterelles)

Ce sont des insectes que l'on trouve en grand nombre au niveau des milieux ouverts (pelouses calcicoles, zones humides, prairies, dalles rocheuses…), néanmoins quelques espèces sont arbusticoles et arboricoles. La majorité des orthoptères est déterminée à vue et au chant. Aucun prélèvement n'est nécessaire à l'exception du groupe des *Tetrix* (très petits criquets à phénologie printanière). Les inventaires doivent s'effectuer dans des conditions météorologiques favorables, soit ensoleillées et chaudes (indispensables pour l'activité stridulatoire : chant des mâles). Lors des prospections nocturnes pour les amphibiens, de nombreux orthoptères ont pu être entendus et observés.

Périodes d'études : la phénologie est essentiellement estivale pour ce groupe d'insectes (août et septembre). Néanmoins, un passage printanier est indispensable pour les *Tetrix* et certaines espèces de grillons.

Les coléoptères (notamment les coléoptères saproxylophages) :

Intérêt écologique : Certaines espèces ne se trouvent que dans de très vieux arbres présentant des branches et/ou des racines dépérissantes, un certain volume de terreau dans des cavités. Ce type d'arbre se fait de plus en plus rare en raison de la coupe des haies et de l'exploitation forestière souvent intensive.

Méthodes d'études : Nos recherches on été effectuées à travers une prospection à vue de jour et de nuit au niveau des plus vieux arbres ainsi que sur les zones prairiales où sont retrouvées certaines espèces sur des fleurs en train de manger le pollen. Aucun piège (attractif ou passif) n'a été posé sur site.

Les coléoptères (individus, éventuels restes, cadavres, crottes, trous de sortie,…) ont donc été recherchés sous leurs principales cachettes : bouts de bois, écorces, pierres…

Périodes d'études : les prospections commencent normalement dès le mois d'avril et se terminent en août.

Limites des inventaires

Un seul passage par site n'est évidemment pas suffisant pour obtenir la liste complète des espèces utilisant ces sites. En revanche, il faut signaler que les sites prospectés font l'objet d'inventaires fréquents et qu'une bibliographie conséquente et récente est disponible.

Amphibiens

Nomenclature

La nomenclature utilisée provient du site internet de la Société Herpétologique de France (http://www.lashf.fr/).

Méthodes d'inventaire

Les prospections ont été réalisées sur l'ensemble des habitats favorables à ces espèces, situés sur l'aire d'étude. Ont été recensées 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 lorsque cela était possible.

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, est utilisée avec parcimonie. Les animaux capturés sont rapidement libérés sur place.

Limites des inventaires

Un seul passage par site n'est évidemment pas suffisant pour obtenir la liste complète des espèces utilisant ces sites. Pour cela il faudrait procéder à 3 passages minimum, sur plusieurs années de suite. En revanche, il faut signaler que les sites prospectés font l'objet d'inventaires fréquents et qu'une bibliographie conséquente et récente est disponible.

Les reptiles

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 il est possibles d'en observer certains 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 les aires d'étude.

La nomenclature utilisée pour les reptiles est celle indiquée sur le site de la Société Herpétologique de France : http://lashf.fr/.

Les oiseaux nicheurs

Afin d'évaluer la capacité d'accueil de l'aire 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 l'aire 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 de l'aire d'étude (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.

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

Les prospections effectuées au printemps et début d'été 2013 ne permettent pas de prendre en compte toutes les espèces. En particulier, les espèces précoces, telles que les pics, nécessitent un passage spécifique plus tôt en saison (entre mi-février et mi-avril). Un complément de cet inventaire est donc prévu en début de saison 2014, pour la recherche des pics notamment.

Les mammifères terrestres

L'étude des mammifères terrestres a consisté à rechercher des indices indiquant la présence de ces animaux (cadavres, empreintes, déjections, restes de repas, dégâts visibles sur le milieu…) et déceler les éventuels corridors écologiques.

Méthodologie appliquée aux services écosystémiques et limites

Echelles de travail

Dans le cadre de cette étude, l'échelle de travail a concerné 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.

Tableau 11.7-3 : 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

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)*
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.

Tableau 11.7-4 : Typologie générale retenue pour l'occupation du sol (définitions adaptées au contexte de l'étude)

Catégories	*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[74]	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 installations.

[74] 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.

Evaluation des enjeux associés aux services au sein du fuseau d'étude

Evaluation des enjeux

Les surfaces des milieux naturels et semi-naturels[75] au sein du fuseau d'étude ont été calculées par traitement SIG du MOS 47 postes (2008) et de l'ECOMOS (2000), selon les catégories et sous-catégories définies dans le tableau 6.2-3. La correspondance entre les milieux (semi)naturels et les services écosystémiques rendus (définie dans le tableau 2.1.4-1) permet ensuite d'en déduire les superficies en milieux (semi)naturels à l'origine des différents services écosystémiques[76].

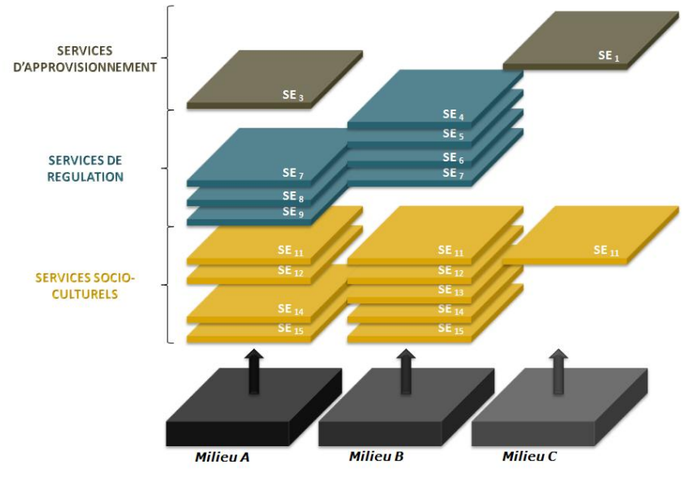


Figure 11.7-1 : Schématisation du lien entre les milieux et les services écosystémiques. Le milieu C'est à l'origine de la production de deux types de services à la différence des milieux A et B qui sont sources d'un plus grand nombre. Néanmoins, les limitations inhérentes à la méthodologie employée ne permettent pas de hiérarchiser leur importance vis-à-vis des services écosystémiques (voir paragraphe ci-dessous).

La surface relative d'un milieu à l'origine de la production d'un service écosystémique est donc égale à la somme des surfaces des milieux (semi)naturels à l'origine de ce service :

$$\text{Surface allouée au } SE_{1,\dots,15} = \sum(\text{Surfaces des milieux à l'origine du } SE_{1,\dots,15})$$

Par exemple, la surface relative au SE_{12} est la somme des surfaces des milieux A et B qui apportent tous deux ce service.

Evaluation des impacts liés au projet

Seul le tracé de référence a été détaillé dans les analyses qui suivent. 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 :

- Liés à la réalisation du tunnel : Le tracé de référence (souterrain) étant entièrement réalisé par tunnelier sur cette ligne, les impacts de la phase chantier ne concernent que l'emprise liée aux puits d'accès du tunnelier ;
- Liés aux gares et ouvrages annexes (puits de ventilation, accès pompier) : Les gares sont réalisées par tranchée couverte. Leur emprise chantier est donc prise en compte dans l'étude, au même titre que les emprises chantier liées aux ouvrages annexes ;

Les **impacts liés à la phase d'exploitation** du métro : Ils correspondent aux emprises au sol permanentes des gares et des ouvrages annexes (puits de ventilation, accès pompier). **L'emprise au sol des 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.

Services écosystémiques : qualification 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, d'estimation du consentement à payer etc.… Lorsque ces informations ne sont pas disponibles, elles nécessitent notamment la mise en œuvre d'enquêtes auprès des usagers qu'il n'a pas été possible de réaliser dans le cadre de cette étude. L'analyse d'un certain nombre de services restera donc qualitative.

☞ Seule la quantification des services écosystémiques impactés par le projet sera précisée dans la présente étude. Seule la méthodologie d'analyse de ces services est donc détaillée.

Qualification du service de purification de la qualité de l'air rendu par les espaces boisés et impactés par le projet

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 notamment 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[77], **l'étude de ce service restera qualitative**.

Quantification du service de régulation du climat global rendu par les espaces boisés et impactés par le projet

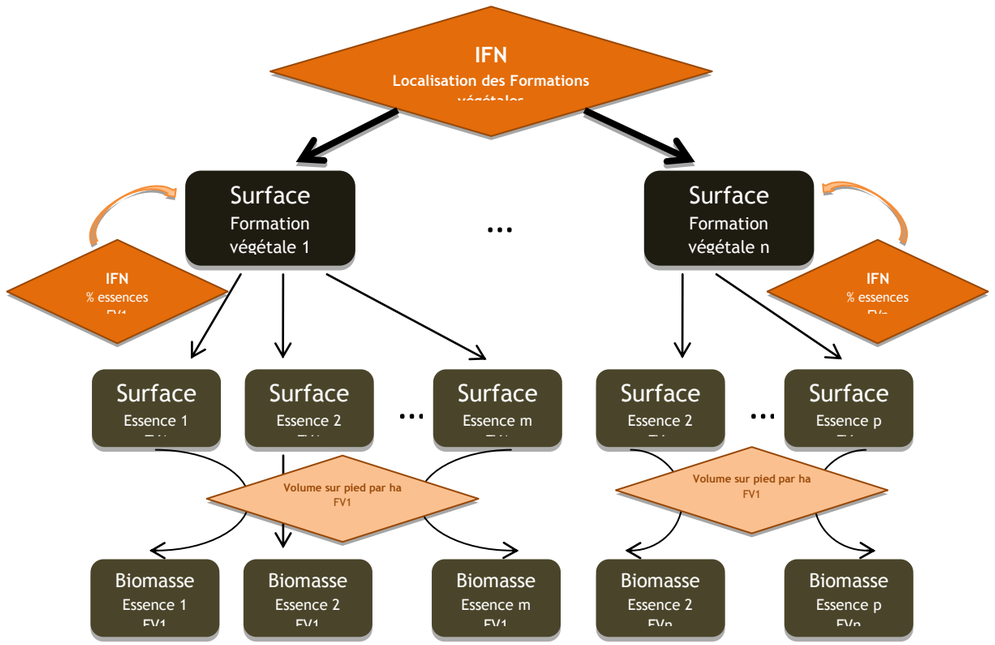
La quantification du service de régulation du climat global porté par les espaces boisés est basée sur une estimation du stockage de carbone assuré par ces milieux. Le carbone faisant l'objet de transactions, **la monétarisation est réalisée sur la base des prix du marché**. Sur ce marché, ce sont des tonnes de CO_2 qui sont échangées. La quantification se base alors sur l'estimation du nombre de tonnes de CO_2 séquestrés par les écosystèmes étudiés.

[75] Par souci de concision, l'intitulé milieux (semi)naturels sera utilisé dans le reste du document.
[76] A l'échelle du projet et comme précisé dans le paragraphe précédent, la correspondance entre milieu et service est systématiquement détaillée.
[77] 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 le fuseau d'étude.

La quantification de ce service suit les étapes suivantes :

1. **Estimation de la surface puis de la biomasse sur pied des milieux boisés par essence et par type de formations végétales (fig. 6.2-3) : 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) :**

$$Biomasse\ sur\ pied_{Essence\ i,\ FV\ j} = Surface\ boisée_{Essence\ i} * Volume\ sur\ pied\ par\ hectare_{FV\ j}$$



Légende : se référer à la figure précédente.

IFN	Inventaire Forestier National
FV	Formation végétale

Figure 11.7-2 : Quantification de la biomasse fournie par les espaces boisés pour le service de régulation du climat global au sein du projet

2. **Calcul de la biomasse sur pied par essence :**

$$Biomasse\ sur\ pied_{Essence\ i} = \sum_{FV\ j} Biomasse\ sur\ pied_{Essence\ i,FV\ j}$$

3. **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).

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 car aucune information n'est disponible concernant les essences présentes. 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 sont appliquées 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 %[78].

Qualification du service de régulation du climat local rendu par les espaces boisés et impactés par le projet

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, les données nécessaires à la quantification et la monétarisation de ce service n'ont pu être acquises et **l'étude de ce service restera qualitative**.

Quantification des services socioculturels de pêche rendus et impactés par le projet

La quantification de ce service consiste à déterminer le nombre de pêcheurs actifs sur le territoire, donnée disponible auprès des fédérations départementales ou des AAPPMA (Association agréée de pêche et de protection des milieux aquatiques).

Quantification des services socioculturels rendus par les parcs et les milieux boisés au sein du fuseau et impactés par le projet

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. Les impacts sont déterminés par une prévision de la variation de fréquentation induite par le projet en tenant compte de l'accessibilité des milieux aux transports en commun (avant et après projet). Néanmoins, les données de fréquentation ne sont pas disponibles pour l'ensemble des parcs et espaces boisés du fuseau d'étude. Certains ne peuvent donc pas être approchés par cette méthode.

Pour pallier à ce manque de données et considérer l'ensemble des espaces (semi)naturels à l'origine de services socioculturels, **l'estimation de ce service a été approchée par un autre**

[78] *Coefficient arbitrairement choisi par photo-interprétation.*

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'Organisation Mondiale de la Santé (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[79] (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 2010 réalisé par l'INSEE. La densité d'espaces verts (EV) par habitant a été déduite de ces deux données :

$$Densité\ d'EV_{Commune\ i} = \frac{Superficie\ EV_{Commune\ i}}{Nombre\ habitants_{Commune\ i,2009}}$$

Limites générales pour l'identification des services écosystémiques

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 de leur relation avec les services rendus, la quantification et la monétarisation de certains services sont délicates. Un indicateur surfacique (superficie des milieux impactés) a donc été utilisé pour évaluer l'impact potentiel du projet du Grand Paris Express 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.

Limites spécifiques à certains services

Le **service de production agricole** a été quantifié sur la base des données issues des Statistiques Agricoles Annuelles (SAA) de 2010 qui correspondent à des moyennes départementales. Les caractéristiques locales du territoire peuvent induire des variations de productions. La quantité obtenue est donc à considérer comme un ordre de grandeur.

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 (et notamment la création d'espaces verts aux abords des gares liées au projet de métro du Grand Paris Express) 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 2010 et de la superficie en EV de 2008 est basée sur l'hypothèse qu'il n'y a eu aucune variation significative en deux ans.

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 MOS[80] 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 permet 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 et ne sont pas sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris. Aussi, il n'a pas été possible d'évaluer avec précision les effets visuels sur les monuments historiques à proximité. Une analyse a été amorcée et des recommandations ont cependant été formulées.

[79] *Les espaces verts considérés dans l'étude correspondent aux postes « Bois ou forêt » et « Parcs ou jardins » du MOS 47 postes.*
[80] *Mode d'Occupation des Sols (IAURIF)*

11.8 Occupation du sous-sol et risques naturels et technologiques

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 10 m).

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,
- les grands collecteurs d'assainissement des eaux usées.

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 pompages, 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.

La typologie du bâti a été établie à partir des éléments suivants :

- 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.

La carte présente le zonage du type de bâti dominant.

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.

Risques naturels et technologiques

Ces risques ont été pris en compte à par 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.

11.9 Sols pollués

Objectifs

L'objectif était de réaliser un état des lieux des sites potentiellement pollués situés au droit du fuseau et de classifier ces sites en fonction du risque de pollution attendu, afin de cartographier les risques de pollution attendu au droit du tracé du futur métro.
Cette étude représente une première évaluation du risque de pollution basée sur une étude documentaire.

Outils / bases de données utilisés

Cette thématique a été étudiée par l'intermédiaire des bases de données mises à disposition par l'autorité publique : BASIAS, gérée par le BRGM pour le compte du ministère chargé de l'écologie ; et BASOL, gérée directement par le ministère chargé de l'écologie.

La base de données BASIAS fait l'inventaire des sites industriels connus, en activité ou non.

La base de données d'Anciens Sites Industriels et Activités de Service (BASIAS) est un inventaire systématique des sites pollués en France initié dès 1978. Les principaux objectifs de cet inventaire sont

- de recenser tous les sites industriels abandonnés ou non, susceptibles d'engendrer une pollution de l'environnement,
- de conserver la mémoire de ces sites,
- de fournir, dans les limites des informations récoltées, des informations utiles pour toutes transactions immobilières aux acteurs de l'urbanisme, du foncier et de la protection de l'environnement, aux notaires et les détenteurs des sites, actuels ou futurs,

Il faut souligner que l'inscription d'un site dans la banque de données BASIAS ne préjuge pas d'une pollution avérée à son endroit. La base est consultable sur le site du BRGM (http://basias.brgm.fr).

La base de données BASOL recense les sites potentiellement pollués ayant appelé à une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif. Les sites dits « orphelins », dont le propriétaire et l'exploitant ont disparu, y figurent. Le renseignement puis la mise à jour de BASOL est assuré le plus souvent par l'inspection des installations classées.

Les principaux objectifs de cette base de données sont

- de recenser tous les sites industriels abandonnés ou non, ayant engendré une pollution de l'environnement,
- de conserver la mémoire de ces sites,
- de fournir des informations sur le type de polluants détectés, les moyens mis en place pour lutter contre ces polluants et les restrictions d'usage de ces sites.

Contrairement aux sites inscrits BASIAS, ceux inscrits dans la banque de données dans la banque de données BASOL préjuge d'une pollution avérée à son endroit. La base est consultable sur le site Internet du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (http://basol.ecologie.gouv.fr).

Précisons qu'un site pollué est un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement.

Ces situations sont souvent dues à d'anciennes pratiques sommaires d'élimination des déchets, mais aussi à des fuites, à des épandages de produits chimiques, ou à des retombées de rejets atmosphériques accumulés au cours des années, accidentels ou pas. La pollution présente un caractère concentré, à savoir des teneurs souvent élevées et sur une surface réduite (quelques dizaines d'hectares au maximum). Elle se différencie en cela des pollutions diffuses, comme celles dues à certaines pratiques agricoles ou aux retombées de la pollution automobile près des grands axes routiers. C'est pourquoi cette thématique a été étudié à travers les bases de données BASIAS et BASOL car elles recensent les sites où une pollution a pu avoir lieu.

De par l'origine industrielle de la pollution, la législation relative aux installations classées est la réglementation la plus souvent utilisée pour traiter les situations correspondantes.

Méthodologie

Lors des réflexions menées au stade du rapport 1/3 de l'étude, à partir des bases de données BASIAS et BASOL, piliers de toute étude historique et documentaire et de l'expérience acquise, la méthodologie proposée ci-dessous a été mise en place afin de permettre une classification des sites en fonction du risque qu'ils présentent une pollution du milieu souterrain.

Pour évaluer le risque de pollution d'un terrain (risque du milieu souterrain d'être impacté par une pollution provenant d'une activité potentiellement polluante) et hiérarchiser ces sites, l'ensemble des sites présents dans les deux bases de données mentionnées ci-dessus a été recensé et un certain nombre de paramètres liés à la nature de l'activité et des produits utilisés sur ces sites et aux conditions d'utilisation et de stockage de ces produits a été défini.

Grâce au tableau ci-dessous, chaque paramètre a été noté de 0 à 5, en fonction du risque éventuel de pollution du milieu souterrain (5 représentant un risque très fort). Les notes attribuées pour chaque critère ont été additionnées et forment une note finale (entre 0 et 30) affectée au site et caractérisant le risque potentiel de pollution sur le site.

A partir des notes obtenues, il a été possible de hiérarchiser chacun des sites en fonction du risque de pollution qu'il représente. Les sites ont été classés en 4 catégories, en fonction de leur note finale :

- Catégorie 1 pour une note comprise entre 26 et 30, traduisant un risque très fort de pollution, représenté en rouge sur les cartes ;

- Catégorie 2 pour une note comprise entre 20 et 25, traduisant un risque fort de pollution, représenté en orange sur les cartes ;

- Catégorie 3 pour une note comprise entre 10 et 19, traduisant un risque modéré de pollution, représenté en bleu sur les cartes ;

- Catégorie 4 pour une note comprise entre 0 et 9, traduisant un risque faible de pollution, représenté en vert sur les cartes.

La possibilité de remplir le tableau précédent, et donc la fiabilité des données dépendent très fortement des informations disponibles sur les fiches descriptives associées à chaque site BASIAS, le risque étant de classer un site comme potentiellement peu pollué par manque de données.

La fiabilité des données a été définie comme le degré de confiance des informations obtenues sur un site qui s'échelonne entre 0 et 5. Il est basé sur le nombre d'informations disponibles pour remplir le tableau précédent. Plus les informations sont précises, plus la note est élevée.

Les critères pris en compte et les notes attribuées sont récapitulés dans les Tableaux 4.5-1 et Tableaux 4.5-2 ci-après.

Tableau 4.5-1 : Fiabilité des données

Fiabilité		
Aucune donnée	0	★
1 critère du Tableau 4.5-2 ou sous-ensemble connu	1	
2 critère du Tableau 4.5-2 ou sous-ensemble connus	2	
3 critère du Tableau 4.5-2 ou sous-ensemble connus	3	
4 critère du Tableau 4.5-2 ou sous-ensemble connus	4	●
5 critère du Tableau 4.5-2 ou sous-ensemble connus	5	

La fiabilité est représentée graphiquement sur les figures en fin de chapitre en deux sous-ensembles : les fiabilités de 0 à 3 sont représentées par une étoile tandis que celles de 4 et 5 sont représentées par un rond.

Dans le présent rapport 2/3 de l'étude d'impact, l'objectif est d'analyser l'incidence de la pollution des sols et des nappes souterraines sur la construction des futurs tunnels et des futures gares.

L'étude du risque de pollution au droit des gares envisagées est réalisée à partir des informations du rapport 1/3 de l'étude d'impact, et notamment :

- de la cartographie des sites BASIAS et BASOL,
- des coupes géologiques,
- de la carte des intersections entre les ouvrages souterrains et les nappes identifiées,
- des cartes ADES (Portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines).

La localisation et l'emprise des sites BASIAS-BASOL étant imprécises, les données ci-après relatives au risque de pollution prennent en compte tous les sites situés dans un rayon de 100m autour des gares.

La cotation du risque de pollution et de la fiabilité ont été reprises du rapport 1/3 de l'étude d'impact.

nom de l'exploitant	
Critère (sous ensemble)	**Note**
Type d'activité (risque de pollution lié à la nature de l'activité principale)	
Inconnue	0
Tertiaire	0
Entreposage	1
Fonderie	2
Production ou transformation	3
Réparation et maintenance	4
Stockage, transvasement ou conditionnement des produits chimiques liquides	5
Blanchisserie	5
Installation à risque (risque de pollution lié à la présence des installations potentiellement polluantes)	
Inconnue	0
Chaufferie	1
Transformateur	2
Cabine de peinture	4
Pipe-line	5
Dépôt de liquides inflammables, poste de distribution	5
Type de stockage (risque de pollution lié aux conditions de stockage des produits)	
Inconnue	0
Stockage conditionné dans les entrepôts (bidons)	0
Stockage conditionné en extérieur (bidons)	1
Stockage en vrac sur dallage	2
Stockage en vrac sans dallage	3
Stockage aérien des liquides (cuves)	4
Stockage souterrain des liquides (cuves)	5
Type de produits utilisés (risque de pollution lié à la nature des produits utilisés, leur toxicité, volatilité, solubilité)	
Inconnue	0
Matières inertes (papiers, matériaux de construction, bois…)	0
Matières premières (métaux, engrais…)	1
Charbon	2
Alcools	2
Hydrocarbures lourds (fuel, huiles usagées), PCB	3
Phénols	3
Peintures	4
Hydrocarbures légers (essence)	5
Solvants	5
Volume stocké (risque de pollution lié au volume des produits utilisés)	
Inconnue	0
< 5 m^3	1
5 m^3 < V < 50 m^3	2
V > 50 m^3	3
V >> 50 m^3	5

Etat de réhabilitation (risque d'existence de la pollution)	**Note**
Réhabilité	0
Réhabilitation non nécessaire	1
Pollution avérée mais réhabilitation non urgente	2
Pollution suspectée	3
Réhabilitation partielle déjà réalisée	4
Réhabilitation nécessaire mais non réalisée	5

NOTE FINALE	

Tableau 4.5-2 : Grille de notation des sites BASIAS

Mode opératoire

Pour la hiérarchisation des sites, il a été procédé comme suit :

- Téléchargement sur les sites internet BASIAS/BASOL des données situées au droit du fuseau du futur métro,
- Pour chacun de ces sites, lecture des informations disponibles sur les fiches BASIAS/BASOL
- Définition du risque de pollution d'après ces informations
- Définition de la fiabilité des informations obtenues
- Attribution du code couleur / forme pour chaque site
- Réalisation de la cartographie en fonction des codes couleur/forme
- Interprétation de la cartographie

Limites

Comme expliqué précédemment, cette méthodologie est tributaire de la quantité et de la qualité des informations disponibles auprès des banques de données BASIAS et BASOL. En effet, à titre d'exemple le type de stockage et le volume de produits utilisés n'est que rarement mentionné.

Cette étude n'est qu'une première approche de la problématique des sols pollués au droit du tracé qui devra être complétée par des recherches complémentaires et des investigations sur site.

D'autre part, la localisation des sites n'est pas toujours précise, l'implantation de ces derniers peut donc parfois se retrouver décaler de plusieurs centaines de mètres. De même, pour les sites étendus il n'est, à ce stade, pas possible de localiser les installations potentiellement polluantes et donc de prévoir leur impact sur le projet.

11.10 Population, emploi et occupation du sol

Limites liées aux données

Les **hypothèses d'évolution de la population et de l'emploi entre 2005 et 2035 dans le périmètre large d'étude** ont été définies par le maître d'ouvrage et n'ont pas été discutées. Il est important de souligner que le scénario de référence a été élaboré avec l'hypothèse de réalisation du projet de rocade Arc Express. A cette hypothèse de réalisation d'infrastructure de transport de rocade est associée celle d'une densification des populations à ses abords, qui ne se produirait pas dans un scénario d'occupation du sol qui évoluerait « au fil de l'eau ». De plus, le niveau de précision stratégique des données transmises par le Maître d'ouvrage n'a pas permis une analyse fine des effets du projet sur la démographie francilienne (par exemple : effets sur les caractéristiques des ménages, les secteurs d'activités des emplois, etc.). Quoi qu'il en soit, ces hypothèses d'évolution démographiques ne peuvent, à ce stade, être considérées comme des objectifs d'aménagement officiels. Celles-ci ont été construites dans un objectif stratégique, afin d'alimenter l'exercice d'estimation des impacts du projet, et non prospectif. Les hypothèses d'évolutions démographiques par commune entre 2005 et 2035 pour le scénario de référence et pour le scénario projet (scénario « central » de l'évaluation socio-économique) ont ainsi été utilisées telles quelles, avec leur niveau d'incertitude, comme données d'entrée **pour alimenter l'ensemble de la chaîne de modélisation** et notamment l'exercice du volet « occupation du sol ». Il est nécessaire de garder à l'esprit que ces hypothèses peuvent avoir des conséquences significatives sur les résultats obtenus dans l'étude d'impact environnemental.

Limites liées à la méthode de travail

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 de définir un niveau d'augmentation potentielle du COS d'ici à 2035. Ce $\Delta COS_{2005\text{-}2035}$ 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 2035 : les hypothèses prédéfinies par le Maître d'ouvrage ont été utilisées comme données d'entrée de l'exercice (Cf. limites décrites au point précédent) ;

- la conversion des populations et des emplois nouveaux en besoins supplémentaires de surfaces à créer d'ici à 2035 : l'hypothèse conservatrice utilisée est que le phénomène de desserrement des ménages ne s'accentuerait pas d'ici à 2035 et, qu'également, chaque nouvel emploi en 2035 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 $\Delta COS_{2005\text{-}2035}$ 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, etc. Les démarches novatrices de ZAC, de PLU, etc. n'ont, par exemple, pas été intégrées dans l'exercice.

11.11 Urbanisme réglementaire

L'analyse présentée dans cette étude d'impact repose sur une compilation et une analyse de l'ensemble des documents d'urbanisme concernant la zone de projet, de l'échelle régionale à l'échelle communale.

Cette analyse porte sur les interactions du projet avec les orientations générales de chaque document.

La mise en compatibilité des documents d'urbanisme, au sens réglementaire du terme, est faite par ailleurs (pièce I du présent dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique).

11.12 Mobilité

Méthodologie

L'approche méthodologique choisie est basée sur l'estimation de l'évolution du trafic routier et de la fréquentation des transports publics en 2023 et en 2035.

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.

Schéma de modélisation

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[81]. 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).

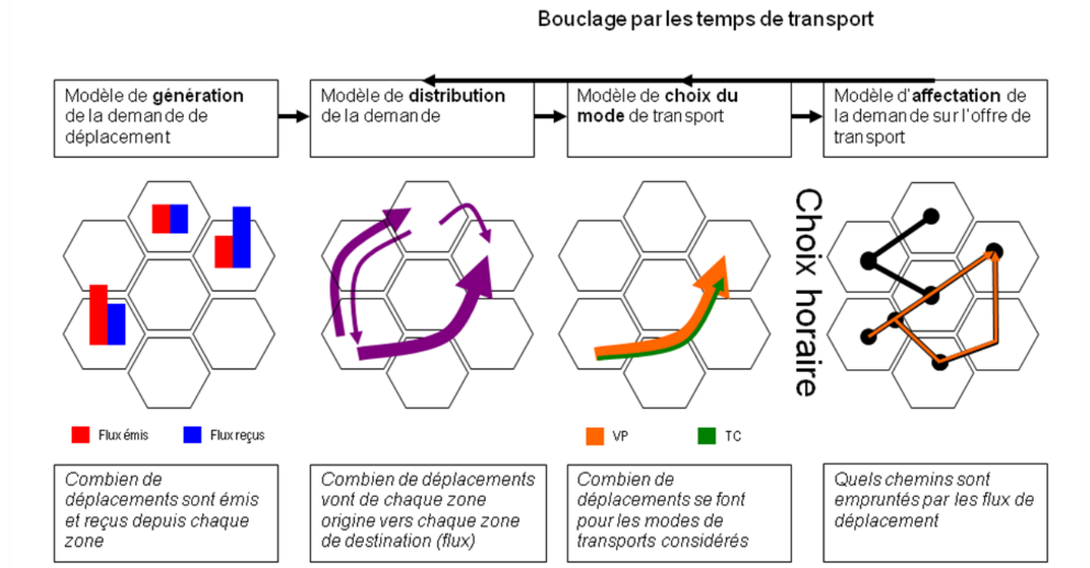


Figure 11.12-1 : Chaîne de modélisation utilisée (Source : DRIEA)

➢ **Structure du modèle :**

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'occurence) entre différentes options[82]. 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.

- ***Le fait de se déplacer ou pas (étape dite de « génération ») :*** 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.

- ***Le choix de la destination (étape dite de « distribution ») :*** 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 ?

[81] *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.*

[82] *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.*

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.

- ***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 :

- *évolution du volume de déplacements :* par exemple, la croissance de la population et des emplois conduit à une augmentation mécanique du nombre de déplacements[83] ;

- *évolution 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 ;

- *évolution 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[84].

- La complexité du fonctionnement du système de transports est telle en Ile-de-France qu'en évaluer précisément toutes les caractéristiques est une gageure. On peut ainsi citer la question de la saturation des réseaux, autant routiers que TC, qu'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).

---

[83] 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.

[84] 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.

Hypothèses d'usage du sol et de demande de transport

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. Pour les besoins de la modélisation, cette occupation du sol est identique pour les scénarios avec et sans projet. Cette hypothèse d'invariance de l'usage du sol est nécessaire d'un point de vue méthodologique afin d'isoler les impacts de l'infrastructure de transport de ceux résultants du développement urbain ou économique sur l'environnement.

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[85]. Ces éléments sont développés dans le chapitre consacré à l'aménagement du territoire.

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 2035. Les limites de ces hypothèses, détaillées dans le chapitre dédié, sont à prendre en considération.

- Etudes 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 sur les gares actuelles.

- 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. Il importe dès lors d'étudier avec plus de précision la configuration future du stationnement à proximité des gares en terme de besoins, de possibilités et d'impact sur la fréquentation des gares et du réseau routier local.

- 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.

[85] 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.

11.13 Air Energie Climat

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 (2035) 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 :

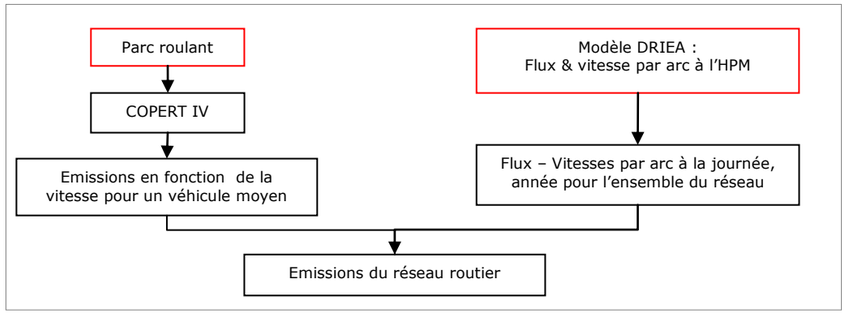


Figure 11.13-1 : Méthodologie schématique d'évaluation des émissions liées au réseau

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.

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 2035. 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 à l'horizon 2035. Afin de prendre en compte les données disponibles les plus précises, les résultats du modèle MODUS de la DRIEA ont servis de base. Malgré ça, il existe 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 2035. 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. Quelles 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.

Energie

Rappel méthodologique

L'impact du métro du Grand Paris 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. On distingue deux principaux effets : d'une part les gains liés à la réduction des distances parcourues sur le réseau routier au profit des transports en commun, et d'autre part, les gains de consommations réalisés grâce à une augmentation de la vitesse moyenne de circulation sur le réseau routier due à une diminution de la congestion.

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 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.

Climat

Méthodologie

La méthodologie adoptée pour l'évaluation de l'impact sur les émissions de gaz à effet de serre a 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.

Limites de la méthodologie et difficultés rencontrées

Il y a deux principaux types de limites à la méthodologie proposée.

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 véritable 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.

11.14 Bruit et Vibrations

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 comme Google Earth, 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[86], qui classe les méthodes par degré de pertinence et de précision, la méthodologie utilisée est de classe 1a ou 1b[87]. 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.

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.

Vibrations

Dans cette partie, seules les vibrations sont abordées. Les ondes sonores, éventuellement couplées, sont traitées dans le chapitre précédent. Les ondes électromagnétiques ne sont pas prises en compte à ce stade de l'étude.

L'analyse présentée ici repose sur une modélisation de 2 gares (Le Blanc Mesnil et Saint Denis Pleyel) prenant en compte les données disponibles. Cette approche par modélisation reste, du fait des données, une approche assez générale. Elle est cependant plus précise que l'approche purement qualitative.

Pour le reste du tronçon, une analyse qualitative orientée sur la base des résultats de simulation a été faite.

En effet, en dehors de la butte de l'Aulnoye et de la partie sud du projet, le contexte géologique et hydrogéologique est le même.

[86] 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

[87] 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

11.15 Santé

Les limites de la méthodologie d'évaluation des impacts sur la pollution atmosphérique et les nuisances sonores ont été développées dans les parties spécifiques à ces thématiques.

En ce qui concerne l'évaluation de l'impact sur les accidents de la route on notera comme limite principale 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